

# **Estudo das propriedades da farinha de banana da Madeira (“Dwarf Cavendish”) e a sua incorporação em trufas de chocolate**

**Sofia Margarida Guedes Da Costa Nunes**

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em:

**Engenharia Alimentar**

Orientadores: Doutora Maria Helena Guimarães de Almeida

Doutora Maria Isabel Nunes Januário

Júri:

Presidente: Doutora Margarida Gomes Moldão Martins, Professora Auxiliar com agregação do Instituto Superior de Agronomia da Universidade de Lisboa.

Vogais: Doutora Anabela Cristina da Silva Naret Moreira Raymundo, Professora Auxiliar com agregação do Instituto Superior de Agronomia da Universidade de Lisboa

Doutora Maria Isabel Nunes Januário, Professora Auxiliar do Instituto Superior de Agronomia da Universidade de Lisboa, orientadora

*Aos meus pais e à minha amiga Ana Gonçalves, sem eles este sonho não  
teria sido possível.*

Aos meus pais, pelo apoio, compreensão, ajuda, paciência e conselhos. Acima de tudo por me proporcionarem a oportunidade de construir o meu caminho e de realizar os meus sonhos. Por terem acreditado nas minhas capacidades e por investirem na minha educação e cultura, sempre com gosto.

Aos meus queridos avós, por tudo o que sempre fizeram por mim, por todo o amor incondicional, pela educação e valores que me souberam transmitir.

Ao meu irmão Francisco e às minhas primas, pelas palavras meigas, pelos momentos de descontração e pelos exemplos de superação e de determinação.

À minha família, pelos exemplos de vida, de integridade, humildade, persistência e de amor. A todos os momentos de luta, que foram feitos com firmeza e com esperança.

*Que a nossa união, coragem, força e dedicação uns aos outros, se torne uma inspiração.*

## Agradecimentos

---

Às minhas orientadoras: Professora Doutora Maria Helena Guimarães de Almeida e Professora Doutora Maria Isabel Nunes Januário, pela orientação e confiança durante o desenvolvimento deste projeto.

À Professora Doutora Anabela Raymundo e à Engenheira Patrícia Fradinho, por toda a compreensão e por todos os conhecimentos transmitidos na componente reológica.

Ao Eng. Eduardo Leitão pela enorme simpatia, disponibilidade e ajuda na metodologia HPLC.

À Dr<sup>a</sup>. Ana Lima, pela amabilidade e ajuda na metodologia da liofilização.

A todos técnicos de laboratório, professores e funcionários do Instituto Superior de Agronomia, em especial do Edifício Ferreira Lapa, por todo apoio no desenvolvimento do trabalho e esclarecimento de dúvidas.

---

À minha, doce amiga e colega Ana Gonçalves por toda a paciência, companhia, ajuda, compreensão e amizade durante o nosso percurso académico e não só. Por ter estado presente nos bons e nos maus momentos. Pelas noites de estudo e pelo encorajamento. Pelo espírito de equipa e interajuda que construímos durante 6 anos. Por me ter ajudado a perseguir os meus sonhos, como se fossem os seus.

Às minhas amigas de sempre, Anabela Rego e Rute Pinto pelos longos anos de amizade verdadeira, por toda a esperança e motivação que me transmitem e pelos momentos de felicidade, que com todo o carinho me proporcionam. Pelo companheirismo e apoio incondicional. Por serem tão especiais na minha vida.

À minha querida amiga e colega de curso, Daniela Gortan, por toda a ajuda fundamental, disponibilidade e carinho. Pelas longas e fascinantes conversas. Pela companhia, amizade e encorajamento.

Aos meus amigos, pelas palavras de incentivo, pelo entusiasmo e pelos momentos de alegria. Pelos anos de convivência e paciência. Pelos momentos de diversão e risada.

Esta dissertação pretende contribuir para os conhecimentos das características químicas e físicas da farinha de banana, bem como estudar reologicamente o gel produzido a partir desta farinha.

Assim, foram elaboradas três farinhas distintas, da polpa, de banana inteira e das cascas de banana, de forma a compreender a sua importância nutricional.

As farinhas foram produzidas a partir de banana madura (*Dwarf Cavendish*), provenientes da Região Autónoma da Madeira (Portugal). As amostras, da banana, foram desidratadas com circulação de ar forçada e sujeitas a um processo de moenda, de forma a obter as diferentes farinhas.

Os géis produzidos com a farinha de banana inteira foram utilizados para realizar um estudo exploratório das propriedades reológicas.

Estes géis foram incorporados em trufas de chocolate de modo a desenvolver uma aplicação prática da farinha e inovar um produto tradicional.

A análise sensorial hedónica permitiu-nos comparar as trufas e concluir que havia maior aceitabilidade dos produtos quando a composição de gel de farinha de banana inteira e de chocolate também era maior.

**Palavras-chave:** *Dwarf Cavendish*; farinha de banana madura; composição química, trufas de chocolate; gel de farinha de banana.

## Abstract

---

This dissertation pretends to give a contribution for the knowledge of the chemical and physical properties of banana flour as well as for the rheological study of the gel produced from the flour.

Three different flours were produced, pulp flour, whole banana flour and banana peels flour in order to understand its nutritional importance.

The flours were produced from ripe banana (Dwarf Cavendish) from the Autonomous Region of Madeira (Portugal). The several samples were dehydrated with forced air circulation and ground so to obtain the three different flours.

To study the rheological properties were produced gels with whole banana flour. These gels were also introduced in chocolate truffles to develop a practical use for the flour so as to innovate a traditional product.

The hedonic sensorial analysis allowed comparing the different formulations of the truffles and observing the connexion among the products. So the higher amount of chocolate, banana gel and flour in the truffles, the higher acceptability of the products.

**Keywords:** *Dwarf Cavendish; ripe banana flour; chemical composition; chocolate truffles; banana flour gels.*

## Índice geral

Resumo	I
Abstract	II
Índice Geral	III
Índice de Figuras e Quadros	V

---

1. Introdução	1
---------------	---

1.1. Objetivos	2
----------------	---

---

2. Revisão bibliográfica	
--------------------------	--

2.1. O fruto “Dwarf Cavendish”	3
2.1.1. Caracterização do mercado	5
2.2. Propriedades da farinha de banana	7
2.3. Gel de farinha de banana	8
2.4. Desenvolvimento de trufas de chocolate com farinha de banana	9
2.5. Introdução às metodologias utilizadas	11
2.5.1. Processo de desidratação	11
2.5.2. Caracterização reológica de géis alimentares	15

---

3. Material e métodos	
-----------------------	--

3.1. Seleção e preparação dos frutos	17
3.2. Obtenção da Farinha de banana	
3.2.1. Estudos preliminares de otimização das condições de secagem	17
3.2.2. Desidratação e moenda das amostras	17
3.3. Caracterização física e química	19
3.3.1. Cor	19
3.3.2. Índice de solubilidade e índice de absorção de água	19
3.3.3. Determinação da atividade da água ( $a_w$ )	19
3.3.4. Sólidos solúveis	19
3.3.5. Humidade	20
3.3.6. Cinza	20
3.3.7. Lípidos	20
3.3.8. Proteínas	21
3.3.9. Fibras	21
3.3.10. Glúcidos	21
3.3.11. Açúcares	22
3.4. Estudo Exploratório das propriedades reológicas do gel de farinha de banana	23
3.5. Análise estatística	24
3.6. Confeção e Formulação das trufas	25
3.7. Análise Sensorial	26

#### 4. Resultados e Discussão

---

4.1. Desidratação e obtenção da farinha	28
4.2. Caracterização física e química	30
4.2.1. Análise colorimétrica	30
4.2.2. Análise do teor humidade e dos valores de $a_w$	31
4.2.3. Análise do Índice de solubilidade e do índice de absorção de água	33
4.2.4. Análise da composição química da farinha de banana madura	36
4.3. Estudo exploratório das propriedades reológicas da farinha de banana da Madura	39
4.4. Análise Sensorial	43

#### 5. Conclusões

---

#### 6. Perspetivas para trabalhos futuros

---

#### 7. Referências bibliográficas

---

#### 8. Anexos

---

Anexo I: folha de prova da análise sensorial	55
Anexo II: Curvas de calibração da metodologia HPLC	56
Anexo III: Cromatogramas obtidos	57
Anexo IV: Varrimentos de tensão	58
Anexo V: Varrimentos de frequência	59



## Índice de Figuras

## Página:

Figura 1: Esquema geral do trabalho experimental	2
Figura 2: Chocolate utilizado para o desenvolvimento das trufas de chocolate	10
Figura 3: Representação esquemática do diagrama psicrométrico	12
Figura 4: Representação dos módulos $G'$ e $G''$	15
Figura 5: desidratador utilizado ( <i>Klarstein Fruit Jerky 8 Dörrautomat</i> )	17
Figura 6: Farinha das cascas, Farinha de banana inteira, Farinha de polpa	18
Figura 7: Equipamento Soxtec	21
Figura 8 e 9: Digestor (à Esquerda); Destilador (à direita)	22
Figura 10: Reómetro <i>MARS III</i>	24
Figura 11: Formato das trufas	26
Figura 12: Trufas Finais	26
Figura 13: Disposição das amostras na análise sensorial	27
Figura 14: Condições de prova da análise sensorial	27
Figura 15: Comparação entre o teor de humidade versus eficiência da desidratação.	28
Figura 16: Comparação entre várias amostras desidratadas e respetivas farinhas	29
Figura 17: Amostras de farinha de banana madura	30
Figura 18: Comparação dos parâmetros de cor entre amostras de farinha e banana fresca	31
Figura 19: Comparação entre o teor de humidade das amostras de farinha e banana fresca	32
Figura 20: Comparação entre os valores de $a_w$ das amostras de farinha e de banana fresca	33
Figura 21: Índice de absorção de água (IAA), para diferentes amostras de farinha	34
Figura 22 - Índice de solubilidade (IS), para diferentes amostras de farinha	35
Figura 23: Comparação do teor de sacarose, glucose e frutose em amostras de farinha	38
Figura 24: Teste de varrimento de Tensão em géis de farinha	39
Figura 25: Teste de varrimento de Frequência em géis de farinha (Módulos $G'$ e $G''$ )	40
Figura 26 Teste de varrimento de Frequência em géis de farinha ( $\tan \delta$ )	40

Figura 27: Teste de varrimento de Tensão na formulação 18 B	41
Figura 28 Teste de varrimento de Frequência na amostra 18B (Módulos $G'$ e $G''$ )	42
Figura 29: Teste de varrimento de Frequência na amostra 18B ( $\tan \delta$ )	42
Figura 30: Classificação de características sensoriais distintas em amostras	43
Figura 31: Comparação entre a classificação da característica Textura na boca para cada amostra	44

## Índice de Quadros

### Página:

Quadros 1: Resumo da formulação das trufas finais	26
Quadro 2: Comparação a composição química de três tipos de farinha de banana	36
Quadro 3: Valores de $G^0N$ obtidos, para diferentes géis e respetivas concentrações	41

## 1. Introdução

---

Em países tropicais e subtropicais a banana é um dos frutos com maior importância nutricional e cultural. Tem uma elevada taxa de consumo à escala mundial, constituindo uma forte vertente económica a nível de produção e de comercialização (Ibarz, A. *et al*, 2010).

Em Portugal, o processo de produção, está a sofrer algumas modificações. Segundo a Empresa de Gestão do Setor da Banana (GESBA), a reestruturação do setor deverá permitir o crescimento sustentável e continuado da produção. O objetivo será criar um sistema mais moderno e autossuficiente, valorizando o consumo desta fruta a nível nacional (DICA, 2011; GESBA, 2008; SRA - Região Autónoma da Madeira 2011).

Durante o processo de colheita e comercialização da banana, grande parte da produção é perdida e são gerados resíduos provenientes das plantações. Em Portugal, estes resíduos podem atingir cerca de 15 000 toneladas/ano (Oliveira *et al*, 2006).

Os subprodutos da banana podem representar uma fonte de matérias-primas com elevado valor acrescentado, para outras indústrias, não se justificando perdas tão elevadas. Existem diversos estudos relacionados com o aproveitamento destes subprodutos. O objetivo é evitar a perda de biomassa e diminuir o impacto ambiental e económico negativo do setor (Sothornvit & Pitak, 2007).

Na realidade contemporânea, a consciencialização ambiental e a preocupação com a saúde, tem vindo a aumentar, por parte da população em geral. Os consumidores têm-se mostrado “expectadores” ativos e atentos aos mercados, mas principalmente ao aparecimento de novos produtos. É cada vez mais recorrente a procura de produtos saudáveis e funcionais, embora os consumidores mais informados, procurem, não só alimentos naturais, menos processados, mas também produtos cujo enquadramento seja, o de combate ao desperdício e à sustentabilidade ambiental (Manisha *et al*, 2012).

Uma alimentação saudável e rica em nutrientes pode ser alcançada através de partes de alimentos que normalmente são desprezadas. Estas partes, que não eram consideradas comestíveis têm, agora, maior visibilidade. Sabe-se hoje, que são ricas em sais minerais, vitaminas e fibras, existindo um maior interesse em integrá-las em novos produtos (Faísca, 2014).

A farinha de banana madura inteira é exemplo de um produto versátil e ecológico. A sua produção visa o aproveitamento de frutos maduros e das respetivas cascas que, noutro caso, não seriam consumidos (Pragati *et al*, 2014).

A presente dissertação foi realizada com o intuito de contribuir e alargar os conhecimentos sobre a farinha de banana madura, produzida com frutos provenientes da Região Autónoma da Madeira, valorizando a produção nacional e demonstrando os benefícios da sua utilização.

## 1.1 Objetivos

Os objetivos deste estudo incidiram sobre:

- A caracterização química e física de três farinhas distintas (polpa banana, banana inteira e cascas).
- A caracterização reológica de géis preparados com a farinha de banana madura inteira.
- A utilização do gel de farinha de banana, como ingrediente principal, para o desenvolvimento de trufas de chocolate.

O trabalho experimental (Fig.1), iniciou-se com a desidratação de três componentes: polpa de banana, banana inteira e casca. Que após a moenda se traduziram em três amostras de farinha distintas: farinha de polpa de banana, farinha de banana inteira e farinha de cascas. Através da caracterização química e física do produto é possível comprar e compreender as principais diferenças entre estas amostras.

Foram também, preparados géis com concentrações de farinha de banana inteira distintas com os quais se realizou um estudo exploratório das propriedades reológicas.

Com o objetivo de inovar um produto tradicional, adaptando-o às novas tendências mundiais de consumo, foram desenvolvidas trufas de chocolate, utilizando o gel de farinha de banana inteira. A presença do gel permite retirar do novo produto a gordura e sacarose em excesso, que estão presentes na receita original.

Para além da banana foram, também, utilizados outros produtos nacionais, como o chocolate e o cacau da marca Portuguesa, *Pantagruel*.

Através do estudo exploratório das propriedades reológicas, também se tentou perceber a importância do chocolate e do processo de congelação no grau de estruturação das trufas produzidas. Realizando-se por fim, uma análise sensorial hedónica, com o objetivo de avaliar a sua aceitabilidade.

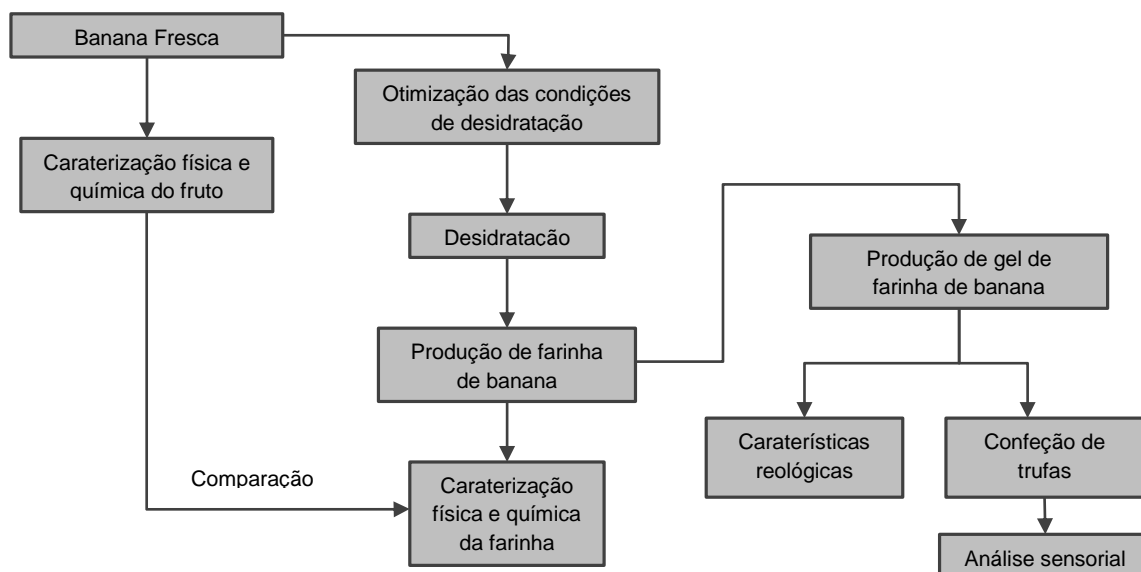


Figura 1: Esquema geral do trabalho experimental

## 2. Revisão bibliográfica

---

### 2.1 O fruto “Dwarf Cavendish”

---

As bananeiras, de modo geral, são todas originárias do Sudoeste Asiático. As que produzem frutos comestíveis são formas diploides ou triploides da espécie *Musa acuminata colla* ou híbridos de *balbisiana colla*, formados na natureza (Ferrão, 2002).

Estas entram em frutificação em menos de um ano, se as condições edafoclimáticas forem favoráveis. Reproduzem-se com muita facilidade, dado que só se plantam uma vez, podendo este certamente ser, outros dos motivos, pelos quais a banana é um fruto produzido em larga escala (Ferrão, 2002).

Ultrapassa com frequência os seis metros de altura, o seu órgão central é um caule rizomatoso, de onde saem raízes subcilíndricas que se dispõem em feixes. O seu sistema radicular não é profundo, o que condiciona a gestão do Bananal (Ferrão, 2002).

O número de flores depende da variedade, mas o número de frutos que se forma, é igualmente influenciado, pelas condições ou o estado vegetativo da planta. Nas espécies cultivadas, os frutos são bagas alongadas desenvolvendo-se por partenocarpia e raramente têm sementes. Durante o desenvolvimento dos frutos, a espiga terminal, curvam-se para trás em maior ou menor grau, à medida que a infrutescência se desenvolve e se harmoniza de acordo como o aumento da massa (Ferrão, 2002).

Relativamente à nomenclatura, é de referir que os nomes científicos que durante muito tempo serviram de referência como *Musa nana*, *musa paradisíaca*, *musa Cavendish* entre outros, caíram em desuso e não devem ser utilizados. A classificação correta deveria ser relativa à sua ploidia. Dado que todas as cultivares são poliploides de *M.acuminata* (genoma A) ou híbridos da *Musa acuminata* e da *M.balbisiana* (genoma B) (Ferrão, 2002).

Assim sendo, da dominância *acuminata*, as cultivares comuns são *Musa* e *Cavendish*. Nas formas de porte baixo, destacam-se *Giant Cavendish*, e *Dwarf Cavendish*, ambas muito cultivadas na Ilha da Madeira (Ferrão, 2002).

O desenvolvimento da banana ocorre em três fases: crescimento, maturação e amadurecimento. Durante a fase de crescimento dá-se o aumento físico do fruto. A maturação corresponde ao estado de desenvolvimento bioquímico que leva ao aparecimento de características fisiológicas associadas ao amadurecimento. O amadurecimento constituiu as mudanças na composição bioquímica, na cor, textura, sabor e aroma. Ocorre, nesta fase, um decréscimo da atividade respiratória, que leva à morte dos tecidos e à senescência, resultando no aspeto de fruto maduro (Souza *et al*, 2012).

A banana é um fruto climatérico, o que significa que pode ser colhida quando atinge o estágio adequado de desenvolvimento. Embora tal não aconteça, pois, a colheita faz-se sempre enquanto os frutos mantêm a cor verde, uma vez que têm a capacidade de amadurecer fora da planta. Este procedimento tem como objetivo facilitar o manuseamento e o transporte dos frutos (Ferrão, 2002).

Os processos que ocorrem após a colheita estão relacionados, principalmente com maturidade fisiológica da banana. O fruto verde caracteriza-se pelo baixo teor de açúcares, alto teor de amido e pela adstringência proveniente dos compostos fenólicos da polpa (Aurore *et al*, 2009).

Com o amadurecimento, o etileno estimula a formação da enzima amilase, que tem como função a degradação do amido em açúcares simples como a frutose a glucose e a sacarose, responsáveis pelo sabor doce. Ocorre, também, a perda de firmeza da polpa devido à solubilização e despolimerização de pectinas e hemiceluloses. Dá-se uma considerável perda de peso do fruto devido à perda de água por transpiração (Abbas *et al*, 2011).

Na casca observa-se a mudança de cor devido à degradação da clorofila e ao aparecimento de pigmentos carotenoides responsáveis pela coloração amarela. (Abbas *et al*, 2011).

A cor da casca é um bom indicativo do grau de amadurecimento da banana, sendo o principal critério para a colheita (Medina & Pereira, 1997).

**Composição química do fruto:** A composição química da banana tem sido estudada por vários autores e em diversas condições. De modo geral, a banana é um fruto calórico, uma vez que apresenta em média 90 kcal por cada 100 g de fruto. A sua polpa, apesar de corresponder a aproximadamente 74% de água, apresenta cerca de 20 g de hidratos de carbono, 2 g de fibra, e 5,55 mg de potássio (Goswami & Borthakur, 1996).

A polpa de banana contém uma grande variedade de compostos fenólicos, que estão presentes em maior quantidade na casca. Destes compostos, destacam-se a luteína,  $\alpha$  e  $\beta$ -caroteno e catecolaminas. As últimas incluem a dopamina, norepinefrina e galocatequina (Méndez *et al*, 2003).

Quanto aos micronutrientes, a banana madura é rica em vitaminas e minerais dos quais: A, B6, C, potássio, fósforo e magnésio (Kanazawa & Sakakibara, 2000).

Na espécie, *Dwarf Cavendish*, a lenhina é um dos componentes estruturais mais abundantes (10-24%) (Oliveira *et al*, 2006). Relativamente à celulose presente, existe em quantidade significativa na casca. Nas várias fases de maturação varia a sua concentração, entre 2,5 e 10 mg por 100 g. (Abbas *et al*, 2011).

A banana é um fruto conhecido por apresentar muitos benefícios para a saúde. Ao nível da medicina, já se realizaram estudos, para se perceber e confirmar se os efeitos do consumo desta fruta eram realmente verdadeiros e benéficos (Joshi & Sarangi, 2016).

Observou-se em 1930, que a banana apresenta uma atividade preventiva em doenças intestinais, atribuída ao teor de pectina. Mais tarde, verificou-se que o consumo diário de banana poderia surtir efeitos benéficos na doença de disenteria bacilar ou Síndrome de *Marlow*. Percebeu-se que a pectina e a fosfatidilcolina presentes na banana verde fortalecem a membrana mucosa gástrica, evitando o aparecimento de úlceras (Joshi & Sarangi, 2016).

Relativamente à atividade antimicrobiana, alguns estudos farmacêuticos, têm sido desenvolvidos no sentido de integrar as cascas e folhas em antibióticos que possam combater *Staphylococcus*. Em alguns ensaios realizados a casca apresentou uma melhor ação antibacteriana do que as folhas (Joshi & Sarangi, 2016).

A atividade hipoglicemiante da banana verde foi também alvo de estudos, confirmando que frutos provenientes da espécie cultivar *M. Paradisiaca* têm um efeito hipoglicémico. Estimulam a produção da insulina levando à utilização da glicose. O seu elevado teor de potássio (K), sódio (Na) e fibras podem ser os responsáveis por esta ação (Joshi & Sarangi, 2016).

#### 2.1.1. Caracterização do mercado

A Bananeira é uma das primeiras cultivares a ser referenciada na história da agricultura humana. A produção dos seus frutos é feita à escala mundial e ultrapassa 100 milhões de toneladas anuais, o que leva a que seja considerado o fruto mais cultivado e consumido no mundo. Os principais produtores de banana são atualmente a Índia, China, Uganda, Brasil, Equador e Filipinas (FAOSTAT, 2010).

Os Estados Unidos e a União Europeia são consumidores desta fruta, uma vez que cada grupo importa cerca de 27 % da produção anual (FAOSTAT, 2013).

Embora em 2012 tenha havido uma quebra, na União Europeia, na procura desta fruta proveniente, sobretudo, da América do Sul, que levou à diminuição da quantidade importada em 4,49 milhões de toneladas (115 000 toneladas a menos do que ano anterior), estes dados permitiram-nos compreender a importância económica da comercialização da banana, nestes países (FAOSTAT, 2013).

Este fator levou ao declínio de muitos produtores, incluindo os países líderes de produção como a Costa Rica, o Equador, e a República Dominicana. (FAOSTAT, 2013).

Em parte, esta queda foi impulsionada pelo aumento do consumo, da fruta produzida em espaço Europeu, que aumentou cerca de 37000 toneladas, nesse ano (FAOSTAT, 2013).

Atualmente, destacam-se com maior sucesso, as regiões das Ilhas Canárias (Espanha), Guadalupe e Martinica (França). Seguidas de produções a uma menor escala em países como Grécia e Portugal (FAO, 2014).

A produção de Banana, na Região Autónoma da Madeira, vem contrariar algumas das estatísticas, uma vez que desde 2013, o mercado se encontra a recuperar lentamente os decréscimos registados até então. O setor continua a representar uma fatia importante na economia da região, constituindo um incentivo à produção e à valorização do consumo de produtos nacionais (FAO, 2014).

Entre as espécies cultivadas, a “*Dwarf Cavendish*” (*Musa acuminata Colla var. cavendish*) é aquela que revela maior importância em termos de área ocupada e produtividade. Esta espécie corresponde a 60% da produção total na Região da Madeira, chegando a consumir-se anualmente 14kg/*per capita* (FAOSTAT, 2013).

Em 2008, ocorreu uma reestruturação do setor da Banana na região. As mudanças visavam a sustentabilidade e valorização da produção; o aumento do rendimento dos produtores e a modernização do sistema. Foi criada a “Empresa de Gestão do Setor da Banana (GESBA)” para possibilitar uma maior e melhor otimização dos recursos financeiros e humanos que estavam disponíveis. Esta mudança veio proporcionar uma política comercial que reforça o posicionamento da marca “Banana da Madeira”, enquanto produto de qualidade (DICA, 2011; GESBA, 2008; SRA - Região Autónoma da Madeira 2011).

Estas mudanças estão a mostrar resultados. Em 2014 a comercialização de banana da Madeira cresceu 18,0% face a 2013. Segundo dados fornecidos pela Direção Regional de Agricultura e Desenvolvimento Rural (DRADR), nesse ano, foram comercializadas mais 2 766,6 toneladas do que no ano anterior, sendo 86,1% da produção destinada à exportação. (DRADR - Região Autónoma da Madeira, 2014).

Mais recentemente, no primeiro quadrimestre de 2016 foram comercializadas 4 518,1 toneladas de banana, registando um acréscimo de 770,9 toneladas, comparativamente ao mesmo quadrimestre do ano anterior. (DRADR - Região Autónoma da Madeira, 2016).

Contudo, é também importante referir alguns dados e estudos sobre as perdas e os resíduos gerados neste setor. Apesar da maioria dos frutos serem comestíveis, assim como a maior parte dos constituintes da banana, a elevada escala de produção e de consumo desencadeia muito desperdício (Oliveira *et al*, 2006).

As perdas na indústria alimentar são consideradas “matéria perdida” e o seu impacto tem peso significativo a nível alimentar, económico e ambiental, representam o desperdício de recursos da produção, de terra, água, energia e outros. (Gustavsson *et al*, 2011).

Segundo a Agência Portuguesa do Ambiente, em 2013, em Portugal, ocorrem com maior incidência perdas nos setores de produção, processamento, distribuição e armazenamento (INIAV, 2014).



Os resíduos são constituídos pelas cascas, pseudo-caule, engaços e folhas, e atingem proporções absolutamente preocupantes que chegam a ser na ordem dos 60%, representando toneladas de subprodutos que poderiam ser utilizados. (Souza *et al*, 2010).

O pseudo-caule e as folhas são comumente acumulados e deixados no chão até se degradarem, ou são queimados a céu aberto (Souza *et al*, 2010).

Os frutos maduros, que acabam por não chegar ao consumidor, constituem uma fração de perda de matéria-prima que, embora seja de menor qualidade, ainda pode representar algum interesse. As cascas são igualmente desprezadas, embora apresentem um teor de fibras e de polifenóis, que as torna únicas do ponto de vista nutricional (Souza *et al*, 2010).

É possível encontrar vários estudos que se enquadram com o aproveitamento dos resíduos provenientes deste setor na tentativa de minimizar os seus impactos negativos. Desenvolvendo produtos como: farinha de banana; a integração de macro e micronutrientes na indústria farmacêutica e/ou nutricional, a produção de ração animal, a produção de biofertilizantes e a produção de agentes espessantes (Joshi & Sarangi, 2016). Todavia não têm sido bem-sucedidos, por não serem economicamente viáveis (Gustavsson *et al*, 2011).

## 2.2 Propriedades da farinha de banana

---

Uma vez que a banana tem uma parte comestível polposa, que não apresenta sementes e tem um sabor característico, é utilizada de modo versátil e pode ser encontrada numa grande variedade de produtos tradicionais e regionais, como bolos, puré, compota, bebidas alcoólicas, vinagre, néctar e gelados (Aurore *et al*, 2009). Embora estes produtos sejam de fácil acesso, muitos deles, não abrangem o aproveitamento dos subprodutos ou dos resíduos gerados na produção desta fruta (Oliveira *et al*, 2006).

A farinha de banana tem proveniência no Chile e é produzida com a fruta verde desidratada e triturada. (Borges *et al*, 2010). Na América do Norte é comercializada em grande escala e frequentemente utilizada como um substituto às farinhas com glúten (Borges *et al*, 2010).

Este produto ficou conhecido devido às suas propriedades reológicas, características da presença de amido resistente (Pragati *et al*, 2014), levando muitos autores a investigarem a sua viabilidade de produção e utilização na indústria da panificação ou de confeitaria (Aurore *et al*, 2009; Borges *et al*, 2010).

Mais recentemente tem-se explorado a possibilidade de introduzir as cascas da banana na farinha comercializada. (Gustavsson *et al*, 2011).

Abbas *et al* em 2011, realizaram um estudo para comparar diversas propriedades de farinha de banana verde com farinha de banana madura, confirmando que, utilizando frutos maduros se perdem alguns compostos e a sua componente reológica não é tão significativa. Contudo, consideraram que a sua produção teria vantagens a nível económico, social e ecológico (Abbas *et al*, 2011).

Pragati *et al* em 2014 afirmaram que a menor quantidade de amido e de amido resistente presente na farinha de banana madura afeta a viscosidade e as suas propriedades reológicas. No entanto, segundo Zhang *et al* (2005) o teor de fibras e proteínas é mais acentuado.

Ao utilizar os frutos maduros, a componente de açúcares é mais elevada, o que se pode tornar um ponto de diferenciação e não uma desvantagem, pois esta poderá ser empregue em indústrias de confeitaria (Abbas *et al*, 2011; Gustavsson *et al*, 2011).

### 2.3 Gel de farinha de banana

---

Vários estudos explicam as propriedades reológicas do gel de farinha de banana verde.

Ditchfield *et al*, (2004) caracterizaram o comportamento reológico do puré de banana, como complexo e dependente da temperatura. Em geral, o puré é mais fluido a uma temperatura elevada. Contudo, as alterações na textura, são observáveis a partir dos 50 °C a 60 °C e tem o ponto de rutura a partir dos 110 °C a 120 °C.

A temperatura de gelificação do amido de banana varia entre 49,8 °C a 51,8 °C, levando ao aumento significativo da viscosidade. A temperaturas maiores, este aumento de viscosidade pode acontecer devido à interação entre os polissacáridos presentes (Ditchfield *et al*, 2004).

Através do trabalho de Bertolini *et al*, (2010) verificou-se que a farinha de polpa apresentou valores de viscosidade maiores. O conteúdo em fibra, na farinha das cascas, provoca o aumento da temperatura de gelificação.

Neste estudo descreveram-se reologicamente o comportamento da farinha húmida como sendo não-newtoniano e reofluidificante. O tratamento com ácido pareceu não afetar o perfil de gelificação das farinhas. No entanto, afetou a viscosidade aparente, após a gelificação, fazendo diminuir o seu efeito (Bertolini *et al*, 2010).

Como a farinha de banana madura é rica em açúcares, a temperatura de gelificação é mais elevada. Contudo, apresenta fatores de dureza de menor escala. A rigidez do gel depende da retrogradação dos grânulos de amido, da sinérese da água e da cristalização da amilopectina (Miles *et al*, 1985).

Como facilmente se deduz, estes estudos foram essenciais para a compreensão e motivação do estudo do presente trabalho. A componente reológica desta farinha é uma propriedade tecnológica que poderá ser proveitosa no futuro.

## 2.4 Desenvolvimento de trufas de chocolate com farinha de banana

---

O consumo de cacau tem-se mantido elevado ao longo dos últimos anos. Em 2013, o continente Europeu consumiu cerca de 40% de todo o cacau produzido mundialmente. A América do Norte consumiu no mesmo ano, cerca de 703 000 toneladas. Segundo algumas estatísticas da FAO, esta tendência de consumo continuará a crescer mundialmente, indicando que, produtos à base de cacau fazem parte dos padrões de consumo da maior parte da população Europeia (FAO, 2013).

O chocolate convencional é um produto constituído basicamente por pasta de cacau, manteiga de cacau, sacarose e emulsionantes (Faísca, 2014). As trufas de chocolate tradicionais apresentam uma composição rica em chocolate, natas e sacarose.

Contudo, as elevadas concentrações de sacarose e de gordura, levam a que o chocolate apresente um teor calórico elevado, e uma composição nutricional menos saudável. Pela legislação europeia atualmente em vigor, o teor de sacarose pode atingir valores até 65% no chocolate (DGSP, 2016).

Portugal apresenta, nos últimos cinco anos, um padrão alimentar pobre em consumo de fruta e hortícolas, mas rico em sódio e em gorduras saturadas. Estes fatores influenciam muito a qualidade de vida da população (DGSP, 2016).

Citando a Direção-Geral da Saúde Portuguesa: «De acordo com as estimativas efetuadas no âmbito da iniciativa GBD – Global Burden of Disease (The Institute for Health Metrics and Evaluation (IHME), em 2014 os hábitos alimentares inadequados (19%) foram o fator de risco que mais contribuiu para o total de anos de vida saudável perdidos, pela população portuguesa, seguidos da hipertensão arterial (17%) e do índice de massa corporal elevado (13%)».

No entanto, esta tendência está em mudança, tendo em consideração que o consumo de sacarose e gordura produzidos industrialmente têm efeitos muito prejudiciais à saúde e que influenciam no aparecimento de diversas doenças, principalmente cardiovasculares. Assim, têm sido tomadas várias medidas a nível europeu, de forma a reduzir a presença de gordura “*trans*” nos alimentos processados (DGSP, 2016).

A promoção de hábitos alimentares saudáveis é essencial para a manutenção da saúde e bem-estar de todos os consumidores (DGSP, 2016). Todavia é expectável que o desincentivo ao consumo de produtos calóricos e pobres em nutrientes leve ao aumento do consumo de produtos *light*, ou hipocalóricos, uma vez que o consumidor não está normalmente disposto a abdicar das características organoléticas que aprecia (como a sensação de doçura ou a textura). Este facto leva a que a indústria alimentar invista na elaboração de novos produtos (Tozetto, 2005).

Com este trabalho pretendeu-se desencadear o estudo de um produto tradicional pouco saudável, mas muito apreciado, tornando-o nutricionalmente mais rico e consequentemente mais saudável.

A existência de alguns estudos sobre a possibilidade de se produzir um gel com a farinha de banana e sobre as suas propriedades reológicas foram essenciais para o desenvolvimento deste produto. Estes permitiram formular e preparar os géis que foram substituir as componentes de gordura saturada e de sacarose existentes em excesso na receita tradicional das trufas de chocolate.

Assim, utilizaram-se apenas como ingredientes, o gel de farinha de banana, chocolate e ou cacau em pó desengordurado.

Inicialmente foram produzidas formulações diversas, cada uma incorporando géis distintos: um deles com a farinha da polpa e outro com a farinha de cascas.

Embora as trufas que continham a presença do gel de farinha de polpa se tenham apresentado mais estruturadas e apelativas do que as que continham o gel de farinha de cascas, considerou-se interessante a possibilidade de integrar as duas componentes: polpa e casca.

Dado que a casca contém um valor nutricional interessante e que a polpa contém as propriedades reológicas mais adequadas ao desenvolvimento do produto, foi utilizada a farinha de banana inteira (junção entre polpa e cascas), para as formulações finais.

Depois de ser determinada qual a farinha a utilizar, fizeram-se variar as proporções de chocolate de culinária (edição *stevia*) (Fig. 2) com cacau em pó desengordurado.



Figura 2: Chocolate utilizado para o desenvolvimento das trufas de chocolate (pantagrue!chocolates)

## 2.5 Introdução às metodologias utilizadas

---

Com fim à caracterização da farinha de banana foram utilizados certos processos dos quais interessa fazer uma breve introdução:

### 2.5.1. Processo de desidratação

A secagem é uma operação unitária onde ocorre a eliminação da água por evaporação ou sublimação mediante condições controladas (Brito, 2016).

Atualmente esta metodologia é muito estudada e utilizada porque permite a conversão de produtos perecíveis em produtos mais estáveis (Brito, 2016).

Os estudos e análises de curvas de secagem e a determinação do teor de água presente, no alimento a desidratar, permitem entender melhor o processo de secagem, bem como escolher e otimizar as condições a que ocorre ou até o equipamento adequado para se realizar o processo. Estes estudos são essenciais para se obterem produtos de qualidade sensorial e tecnológica, uma vez que as informações contidas nas curvas de secagem são fundamentais para o desenvolvimento eficaz do processo e para se poder estimar parâmetros como o tempo de secagem ou o gasto energético.

A otimização das condições de desidratação de banana madura, presentes neste trabalho, foi realizada com base nos estudos de cinética de secagem dos frutos de banana e de abacaxi, realizados pelas investigadoras: Arali Oliveira (2016) e Juliana Brito (2016) da Universidade Federal De Campina Grande, Brasil, que realizaram parte do seu projeto no Instituto Superior de Agronomia, Lisboa.

Nestas investigações, foram estudados com pormenor, os modelos matemáticos fundamentais, que representam o processo de secagem de abacaxi e de banana madura. Através das curvas de secagem, as investigadoras Brito (2016) e oliveira (2016), obtiveram informações importantes, sobre a espessura do alimento a desidratar, o tempo de secagem, a temperatura utilizada, a velocidade da circulação do ar e os custos do processo.

Segundo Oliveira (2016), a desidratação de algumas frutas é um excelente método para preservar a maioria das características químicas e bioquímicas do produto, aumentando a vida útil e facilitando a comercialização.

Embora, nesta dissertação, se tenham utilizado as condições previamente otimizadas, pelas investigadoras referidas acima, é necessário abordar de modo breve a teoria da desidratação.

Durante este processo é fornecido o calor latente necessário para evaporar a água presente na superfície dos alimentos (Fellows, 2000). Dado que ocorre o transporte simultâneo de calor e de massa, fazendo reduzir a atividade de água, proporciona-se a inibição do crescimento microbiano, a diminuição da atividade enzimática e a redução da velocidade das reações químicas (Marques *et al*, 2006; Brito, 2016).

A taxa de secagem é influenciada por fatores como: a sua natureza química e física do alimento a desidratar, o tipo de processamento a que foi sujeito, a temperatura do ar utilizada, a velocidade do fluxo de ar, entre outros (Fellows, 2000).

A psicrometria é o estudo das propriedades termodinâmicas de misturas de ar seco e de vapor de água (Almeida, 2004). Recorrendo ao diagrama psicrométrico (Fig. 3) é possível conhecer-se as condições de secagem a utilizar (Fellows, 2000). Neste estão representadas as seguintes variáveis: Temperatura do bolbo seco, Temperatura do bolbo húmido, Temperatura do ponto de orvalho, Humidade absoluta, Humidade relativa, Entalpia e Volume específico (Almeida, 2004).

O Termómetro do bolbo seco é a temperatura do ar quente, enquanto que o Termómetro de bolbo húmido é a temperatura mais baixa que o ar húmido pode atingir devido à evaporação de água (Almeida, 2004).

A temperatura do bolbo húmido é geralmente inferior à temperatura do termómetro de bolbo seco, exceto quando o ar está saturado; neste caso as duas temperaturas são iguais. A humidade relativa é a razão entre a fração molar de vapor de água contido no ar e a fração molar de vapor numa amostra de ar saturado à mesma temperatura e pressão (Almeida, 2004). Logo a diferença entre as duas temperaturas (bolbo seco e bolbo húmido) é utilizada para encontrar a humidade relativa do ar no diagrama psicrométrico (Fig. 3). Tanto um aumento na temperatura do ar como uma redução na humidade relativa, fazem com que a água se evapore mais rapidamente da superfície húmida (Fellows, 2000).

O diagrama psicrométrico (Fig. 3) mostra também como a humidade absoluta diminui à medida que a temperatura do ar aumenta (Fellows, 2000).

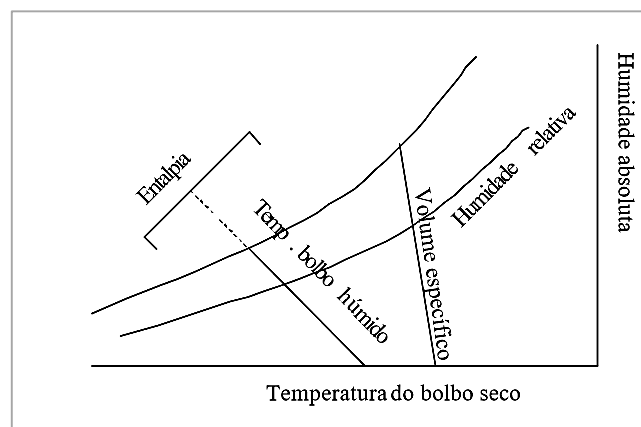


Figura 3: Representação esquemática do diagrama psicrométrico (Almeida, 2004).

A velocidade do ar é um fator determinante para o sucesso do processo de desidratação. Ao circular ar quente sobre o alimento húmido, o vapor de água difunde-se através de uma película de ar, que está ao redor do alimento. Este é dissipado através do movimento do ar que circula dentro do desidratador (Fellows, 2000).

É estabelecido um gradiente de pressão de vapor de água entre o interior do alimento que está húmido e o ar seco, constituindo uma "força motriz" para a remoção da água. O vapor de água deixa a superfície dos alimentos e aumenta a humidade do ar que circula (Fellows, 2000).

A película que rodeia o alimento atua como uma barreira tanto para a transferência de calor quanto para a remoção do vapor de água durante a secagem. A sua espessura é determinada principalmente pela velocidade do ar. Se a velocidade for baixa a película é mais espessa, provocando uma redução tanto no coeficiente de transferência de calor como na velocidade de dissipação do vapor de água. Portanto, quanto mais rápido o ar circular, mais fina é a película e mais eficiente é a taxa de secagem (Fellows, 2000).

Os valores de temperatura do ar, mais utilizados variam entre os 40 e 80 °C, enquanto que a velocidade pode variar entre 0,5 a 10 m/s (Oliveira, 2016).

No início do processo de desidratação existe um curto período de tempo denominado "taxa constante" onde ocorre a estabilização inicial do alimento. A água movimenta-se no seu interior à mesma taxa a que evapora da sua superfície, fazendo com que este permaneça húmido (Fellows, 2000).

Devido à evaporação da água ocorre um arrefecimento da temperatura da superfície do alimento, que permanece próxima à temperatura do bolbo húmido até atingir o teor crítico de humidade (Fellows, 2000).

À exceção dos alimentos com superfícies irregulares, a taxa de secagem diminui gradualmente até ao fim do período de "taxa constante" (Fellows, 2000).

Quando começa a diminuir o teor de humidade do alimento, até atingir um valor inferior ao do teor crítico de humidade, a taxa de secagem também diminui lentamente e o alimento entra em equilíbrio com o ar de secagem. Este período é denominado período de "taxa de queda" (Fellows, 2000).

A taxa de movimento da água do interior do alimento, para a sua superfície decresce abaixo da taxa de evaporação. A quantidade de calor fornecida pelo ar torna-se suficiente para que a temperatura da superfície do alimento atinja a temperatura do bolbo seco (Fellows, 2000).

A maioria dos danos causados aos alimentos pelo calor podem ocorrer neste período, contudo a temperatura do ar poderá ser controlada para equilibrar a taxa de secagem (Fellows, 2000).

O período de "taxa de queda" é geralmente o mais longo da operação de secagem e em alguns alimentos o teor de humidade inicial está abaixo do teor crítico de humidade fazendo com que este seja o único período de secagem (Fellows, 2000).

Nesta fase, a taxa de movimento da água (transferência de massa) torna-se um fator determinante e como podem ocorrer diversos mecanismos em simultâneo, é difícil prever a durabilidade deste período (Fellows, 2000).

O tamanho das porções do alimento a desidratar tem um efeito importante sobre a taxa de secagem durante todo o processo. Nem sempre porções muito pequenas, são sinónimo de

eficiência, uma vez que no período inicial, até existe uma boa área de superfície disponível para ocorrer a evaporação da água. No decorrer do processo o seu volume diminuirá, o que dificulta o movimento da água através do alimento (Fellows, 2000).

A composição dos alimentos influencia também nos mecanismos de desidratação, principalmente, quando existem concentrações elevadas de solutos, como açúcares, sais, gomas, amidos, entre outros que possam provocar o aumento da viscosidade do produto e diminuir a sua atividade da água, o que leva a uma redução na taxa de transferência de massa durante o processo de secagem (Fellows, 2000).

**Efeitos da desidratação:** Este processo pode desencadear mudanças físicas e químicas aos alimentos, principalmente a nível da textura, do sabor, do aroma, da cor e do valor nutricional (Fellows, 2000).

As mudanças na textura de alimentos sólidos principalmente nas frutas e legumes podem refletir a deterioração ou perda de alguns constituintes. Algumas alterações de textura após a desidratação são causadas pela gelatinização do amido, cristalização da celulose e pelas variações no teor de humidade durante o processo de secagem, conferindo ao alimento uma aparência encolhida e enrugada (Fellows, 2000).

De modo geral, a secagem rápida e as altas temperaturas causam maiores mudanças na textura. A taxa e o mecanismo de movimentação são específicos para cada soluto e dependem das condições de secagem usadas, a evaporação da água causa concentração de solutos na superfície do alimento. À medida que a água vai sendo removida, durante o processo de desidratação, os solutos vão-se deslocando do interior do alimento para a sua superfície e quando são expostos a altas temperaturas do ar ocorrem mudanças químicas e físicas complexas que levam à formação de uma “pele” impermeável e dura (Fellows, 2000).

O calor não faz apenas evaporar a água, provoca também a perda de componentes voláteis que estão presentes nos alimentos e como resultado, depois de secos, têm menos sabor. A perda destes compostos depende da temperatura, do teor de humidade do alimento e da sua solubilidade no vapor de água (Fellows, 2000).

Relativamente à cor, a secagem altera a refletividade dos alimentos. Nas frutas e nos vegetais, a taxa de escurecimento aumenta acentuadamente a altas temperaturas, uma vez que provocam alterações químicas nos carotenóides e na clorofila (Fellows, 2000).



### 2.5.2. Caracterização reológica de géis alimentares

Quando um material viscoelástico apresenta um comportamento linear, significa que a razão entre a tensão e a deformação, em qualquer instante ou frequência, é independente da magnitude da tensão ou da deformação aplicada. Assim, para poder caracterizar a viscoelasticidade linear existem várias metodologias (Walstra, 2003):

- testes de fluência e recuperação,
- ensaios de relaxação de tensões,
- ensaios oscilatórios dinâmicos.

Os ensaios oscilatórios são utilizados frequentemente para investigar a gelificação ou o comportamento viscoelástico. Permitindo diferenciar um sólido de um líquido com base na dependência do módulo de “armazenamento” ( $G'$ ) ou do módulo de “perda” ( $G''$ ) (Fig. 4) (Faísca, 2014, Farahnaky *et al*, 2010; Ramos, 2013).

Quando  $G''$  for muito maior do que  $G'$ , a energia utilizada para deformar o material é dissipada. Significando que o comportamento do material é semelhante ao de um líquido (Fig.4) (Faísca, 2014; Farahnaky *et al*, 2010; Ramos, 2013).

Existem três tipos de ensaios oscilatórios mais frequentes: varrimento de frequências (*frequency sweep*); de temperaturas (*temperature sweep*) e de tempo (*time sweep*).

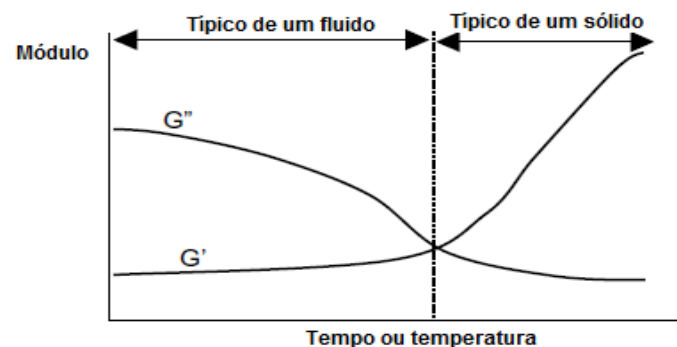


Figura 4: Representação dos módulos  $G'$  e  $G''$  (TabiloMunizaga e Barbosa-Cánovas, 2005)

Destacam-se os ensaios de varrimento de frequências, onde se avalia o comportamento viscoelástico de um material em função da frequência de oscilação. Aplicando-se uma determinada deformação ou tensão a temperatura constante.

Antes de se realizar um teste de varrimento de frequência é necessário determinar os valores de deformação ou de tensão que o material suporta sem ser destruído (Faísca, 2014; Ramos, 2013), garantindo assim que o material se encontra na gama viscoelástica linear.

Obtidos os valores de  $G'$  e  $G''$ , em função da frequência – Espetro mecânico, é possível obter informação sobre o grau de estruturação do gel. Quando  $G'$  é superior (pelo menos 10 vezes) a

$G''$  e praticamente constantes, em toda a gama de frequências, trata-se de géis fortes. São considerados géis fracos sistemas para os quais  $G'$  e  $G''$  apresentam uma pequena diferença entre si e uma grande dependência face à frequência.

A partir destes testes é possível obter-se o fator de perda, através da equação:  $[\tan\delta = (G''/G')]$ . Este fator ( $\tan\delta$ ) é útil para determinar o módulo de *Plateau* ( $G^0N$ ) e constituir informações sobre a intensidade do entrelaçamento das cadeias de polímeros presentes num gel (Ferry, 1980).

O módulo de *Plateau* ( $G^0N$ ) pode ser estimado como o valor de  $G'$  para o valor mínimo do fator de perda ( $\tan\delta$ ):  $G^0N = [G']_{\tan\delta \text{ (mínimo)}}$

Este parâmetro é essencial, para comprar o nível de estruturação de diferentes géis. Quanto maior for o valor de frequência registado para este módulo, mais facilmente se explica o forte entrelaçamento entre os polímeros do gel (Nunes *et al*, 2003).

### 3. Materiais e métodos

---

#### 3.1 Seleção e preparação dos frutos

---

Para a realização deste estudo foram selecionados, frutos maduros, sãos, sem danos físicos ou doenças e provenientes da Região Autónoma da Madeira.

A preparação dos frutos para a desidratação realizou-se de acordo com a metodologia desenvolvida e otimizada por Brito (2016). Estes foram inicialmente lavados com um detergente neutro a 1% (v/v) e escovados delicadamente para retirar impurezas presentes na casca. Seguidamente foram higienizados numa solução de hipoclorito de sódio 50 (ppm) onde ficaram imersos por 10 minutos. Foram depois passados por água corrente, para retirar qualquer vestígio de solução.

Antes de passar pelo processo de secagem a fruta foi devidamente cortada e pesada. O corte foi efetuado em formato de rodela com 2 a 3 mm de espessura.

#### 3.2 Obtenção da Farinha de banana

---

O processo de desidratação e de otimização das condições de secagem foi realizado, como referido anteriormente, com base nos estudos de cinética de secagem dos frutos de banana e de ananás, realizados pelas investigadoras: Arali oliveira (2016) e Juliana Brito (2016).

Assim, o estudo prévio realizado, destinou-se apenas a adequar as combinações de desidratação e a perceber a eficácia do processo ao utilizar o equipamento Klarstein Fruit Jerky 8 Dörrautomat (Fig. 5), que funciona por circulação forçada de ar.

##### 3.2.1. Estudos preliminares de otimização das condições de secagem

Para este estudo, diversas amostras do fruto inteiro (polpa mais cascas), após a higienização e corte (em formato de rodela), foram desidratadas através de quatro condições distintas: 24 h/40 °C; 24 h/60 °C; 30 h/ 40 °C e 30 h/60 °C. Após a secagem compararam-se: o teor médio de humidade e a facilidade de moenda do produto obtido de cada condição de desidratação.



Figura 5: Desidratador utilizado (*Klarstein Fruit Jerky 8 Dörrautomat*)

### 3.2.2. Desidratação e moenda das amostras

Foram constituídos três conjuntos de amostras, fruto inteiro, cascas e polpa que, após secagem e moenda, deram origem a três farinhas distintas (Fig. 6).

De acordo com os resultados obtidos no estudo prévio, os três diferentes tipos de amostras foram desidratadas separadamente com circulação de ar forçada a uma temperatura de 60 °C por 30 horas.

Para a realização da moenda foi utilizado um moinho de facas comercial (*Moulinex*) e as amostras foram armazenadas em caixas hermeticamente fechadas, dentro de um exsiccador, para evitar o contacto com a humidade.



Figura 6: Farinha das cascas (A), Farinha de banana inteira (B), Farinha de polpa (C).

### 3.3 Caraterização física e química

#### 3.3.1. Cor

A leitura da cor, das amostras de farinha e de banana fresca, foi realizada utilizando um espectrofotómetro CR-400 Chroma Meter (Konica Minolta) com um ângulo de observação de 10°. Os parâmetros de cor obtidos foram através do sistema CIELAB:

- L\* - luminosidade
- a\* - *transição* da cor verde (-a) para a cor vermelha (+a)
- b\* - *transição* da cor azul (-b) para a cor amarela (+b)

#### 3.3.2. Índice de solubilidade (IS) e índice de absorção de água (IAA)

As determinações do índice de solubilidade (IS) e do índice de absorção de água (IAA) da farinha foram realizadas através do método modificado de Leach *et al*, (1959). Este envolveu a suspensão de cada amostra numa massa de água conhecida, submetendo-a a diferentes temperaturas (30 °C, 50 °C e 90 °C) durante 30 minutos. As amostras foram seguidamente centrifugadas a 8 000 rpm durante 10 minutos, obtendo-se duas fases: *pellet* (m<sub>H<sub>2</sub>O</sub>) e sobrenadante (m<sub>s</sub>). A massa do resíduo (m<sub>r</sub>), foi obtida após de evaporação, por secagem do sobrenadante a 103 ± 2 °C.

O posterior cálculo de IS e IAA foi efetuado com recurso às equações seguintes:

M – Massa, em gramas da toma para análise

m<sub>H<sub>2</sub>O</sub> – Massa, em gramas da água absorvida pela amostra

m<sub>r</sub> – Massa, em gramas do resíduo após evaporação

m<sub>s</sub> – Massa, em gramas do sobrenadante

$$IAA = \frac{m + m_{H_2O}}{m - m_r}$$

$$IS (\%) = \frac{m_r}{m_s} \times 100$$

*Equação 1: Cálculo do índice de solubilidade e da absorção de água*

#### 3.3.3. Determinação da atividade da água (a<sub>w</sub>)

A atividade de água (a<sub>w</sub>) foi determinada à temperatura de 20 °C ± 1 °C utilizando o equipamento Hygrolab (Rotronic).

#### 3.3.4. Teor de sólidos totais

A medição do teor de sólidos totais, em percentagem de Brix, foi realizada para dispersões com 20 % [m/v] de farinha, utilizando um refratómetro Atago pocket refractometer pal -1.

### 3.3.5. Humidade

O teor de humidade, ou teor de água, foi determinado segundo a Norma Portuguesa NP 516 (2000). Foram levadas diversas amostras triplicadas a uma estufa à temperatura de  $103 \pm 5$  °C, até atingir peso constante.

A quantidade de água, foi calculada da seguinte forma:

$$\text{Humidade\%} = 100 - \frac{\text{Peso da amostra seca em g}}{\text{Peso da amostra húmida em g}} \times 100$$

*Equação 2: Cálculo do teor de humidade*

**Teor de humidade da banana fresca:** O teor de humidade, presente nas amostras de banana fresca, foi determinado segundo Ranganna (1986). O processo consistiu em levar diversas amostras, a uma estufa à temperatura de  $65 \pm 5$  °C, até atingir peso constante e sem danificar as amostras. A quantidade de água foi calculada através da equação 2.

### 3.3.6. Cinza

O teor de cinza foi determinado segundo a metodologia da Norma Portuguesa NP 518 (2008). Depois de carbonizadas as amostras foram incineradas numa mufla Heareus mod 1995 a uma temperatura de  $500 \pm 5$  °C, até combustão completa da matéria orgânica. Por último, o resíduo foi submetido a secagens, numa estufa a  $103 \pm 5$  °C, até peso constante.

### 3.3.7. Lípidos

A determinação dos lípidos foi realizada segundo a Norma Portuguesa NP 4168 (1991) adaptada. Realizou-se a extração de gordura de 1 g de amostra, utilizando 50 mL de éter de petróleo no equipamento Soxtec System HT2 1045 Extraction Unit da Tecator (Fig. 7). As amostras, após serem introduzidas dentro de cartuchos, entram em contacto com o éter de petróleo aquecido.

Após um período de tempo de 45 minutos, o éter é recuperado, restando a gordura presente na amostra, dentro dos copos de extração.



Figura 7: Equipamento Soxtec

### 3.3.8. Proteínas

O teor de proteína foi determinado pelo método Kjeldahl indicado pela AOAC e posteriormente adaptado por Persson (1996). A digestão de 1 g de cada amostra de farinha de banana foi realizada num Tecator Digestion System 20,1015 Digestor (Fig. 8) à temperatura de 420 °C, durante 1h. Utilizou-se 12 mL de ácido sulfúrico ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) concentrado (95-97%), juntamente com 7,6 mg da mistura de sulfato de cobre com sulfato de potássio ( $\text{CuSO}_4 - \text{K}_2\text{SO}_4$ ).

O teor de azoto foi determinado pelo Kjeltac Auto 1030 Analyzer da Tecator (Fig. 9), através de uma titulação, com uma solução de ácido bórico e de hidróxido de sódio.



Figura 8 e 9: Digestor (à Esquerda); Destilador (à direita)

## 3.3.9. Fibras

Para a determinação da fibra alimentar total (FAT) foram seguidos os métodos da AOAC 985.29 e para a obtenção de fibra alimentar insolúvel (FAI) o método da AOAC 991.42.

Para a obtenção dos valores de FAT, os duplicados de cada amostra previamente desengordurada, foram submetidos a uma digestão enzimática, com o objetivo de promover a hidrólise do amido e de alguma componente proteica que pudesse estar presente na amostra. Foi utilizado o kit Total Dietary fiber TDF – 100A e TDF – C10, que contem três enzimas:  $\alpha$ -amílase, protéase e amiloglucosidase. A fibra solúvel foi precipitada com etanol 95% (v/v). O resíduo total é filtrado e lavado com etanol 78% (v/v), etanol 95% (v/v) e acetona. Após a secagem o resíduo foi pesado.

Para a determinação da FAI o procedimento foi, em grande parte, idêntico ao anterior, mas com a diferença da fibra solúvel não ter sido precipitada. O resíduo foi lavado com água, etanol 95% e acetona e no final foi submetido a secagem.

Em ambos os procedimentos, o resíduo de um dos duplicados, foi utilizado para a determinação da proteína e o outro para a determinação da cinza.

Os valores foram obtidos através das seguintes equações:

FAT – Fibra alimentar total	$FAT (\%) = \frac{(Mr - P - C - \text{branco})}{Ma} \times 100$
FAI – Fibra insolúvel	
FS – Fibra solúvel	$FAI (\%) = \frac{(Mr - P - C - \text{branco})}{Ma} \times 100$
Mr – massa resíduo (g)	
P – Proteína (g)	
C – Cinza (g)	$FS (\%) = FAT - FAI$
Ma – massa da amostra (g)	
Branco = Mr <sub>branco</sub> – C <sub>branco</sub>	

*Equação 3: Cálculo da fibra solúvel, insolúvel e total*

## 3.3.10. Glúcidos

Para a determinação dos Glúcidos totais utilizou-se a seguinte equação:

$$\text{Hidratos de Carbono} = 100 - (\text{Humidade \%} + \text{lípidos \%} + \text{Proteína \%} + \text{Fibra Total \%} + \text{cinza \%})$$

*Equação 4: Cálculo da percentagem de glúcidos*



## 3.3.11. Açúcares

**Extração dos açúcares:** foram diluídas 2 g de cada amostra em 20 mL de água bidestilada. De seguida ocorreu uma agitação mecânica (Vibromatic- 384) das soluções por 90 minutos. Foram acrescentados 10 mL de água bidestilada às amostras e foram submetidas a um processo de centrifugação (Hermle Z383K) por 10 minutos a uma rotação de 8.000 rpm.

Após centrifugar recolheu-se o sobrenadante e foram acrescentados mais 10 mL de água bidestilada. Realizou-se, novamente, uma centrifugação com as mesmas condições.

Por fim filtraram-se as soluções sob vácuo, com uma membrana porosa de 0,45 µm, recolhendo o resultado da filtração e conservando-o a uma temperatura de -80 °C até à realização da análise cromatográfica.

**HPLC (cromatografia líquida de alta pressão –High Pressure Liquid Chromatography):** foram realizadas análises para determinar a presença de sacarose, frutose e glucose, nas amostras.

Soluções padrão: foram obtidas as curvas de calibração (anexo II) através das soluções padrão preparadas, para cada açúcar e nas seguintes condições:

- Coluna: SugarPak I (Waters)
- Solvente: solução aquosa de EDTA de Cálcio a 50ppm,
- Caudal: 0,5 mL/min
- Temperatura do forno: 90 °C

Análise: foram efetuadas 2 injeções de cada amostra, resultando num total de 4 repetições para cada amostra.

Maltose: com o intuito de verificar a presença de maltose analisaram-se algumas amostras, alterando-se as condições do processo, para as seguintes:

- Coluna: Aminex HPX 87H (Bio Rad)
- Solvente: solução aquosa acidificada com ácido sulfúrico (pH 2,2),
- Temperatura: 30 °C e 65 °C
- Caudal: 0,6 ml/min

### 3.4. Estudo exploratório das propriedades reológicas do gel de farinha de banana

Como inicialmente era conhecida a capacidade gelificante da farinha de banana madura, as dispersões estudadas, foram preparadas de acordo com a bibliografia, com 35% [m/m], 40% [m/m] e 45% [m/m] de farinha de banana, dissolvida em água destilada.

Com a placa pré aquecida a 50 °C dissolveu-se uma quantidade de farinha e de água destilada conhecidas. Após a dissolução aumentou-se a temperatura até aos 80 °C por cinco minutos, mexendo sempre com agitação manual.

Após este tempo baixou-se a temperatura até aos 35 °C por cinco minutos. A “pasta” obtida foi levada à temperatura de 5 °C por duas horas. Cobrindo bem o recipiente com parafilme.



Figura 10: Reómetro MARS III

Os géis foram previamente preparados e foi realizado um estudo exploratório através de testes oscilatórios. Estes testes oscilatórios foram realizados, na zona viscoelástica linear, *i.e.*, na gama de tensão em que as funções viscoelásticas são independentes da tensão aplicada.

Começou por realizar-se um varrimento de tensão de 0,001000 Pa até  $1,00 \times 10^{+05}$  Pa, utilizando o reómetro de tensão controlada Mars III (Fig. 10), a sonda C35/2°, um *gap* de 0.105 mm, a frequência de 0,100 Hz e mantendo a temperatura constante a 20 °C.

Os géis foram colocados cuidadosamente entre as placas e mantidos em repouso durante cinco minutos antes de se iniciar o teste, para permitir o equilíbrio de temperatura (20 °C) e a estabilidade das amostras.

Estes testes foram aplicados, inicialmente, para todas as amostras e os seus resultados foram essenciais, para a determinação do intervalo de viscoelasticidade linear. Com este teste pretendeu-se determinar a tensão máxima a aplicar ao material em estudo, sem que ocorresse a alteração ou rutura da sua estrutura interna.

Uma vez definida a zona viscoelástica linear, de cada amostra, procedeu-se à realização de um varrimento de frequência nas mesmas condições.

As amostras foram cobertas com óleo de parafina e protegidas do meio exterior, para evitar a evaporação de água durante as medições.

Quando o comportamento viscoelástico é descrito pela variação de  $G'$  e  $G''$  com a frequência, obtém-se uma curva vulgarmente designada por espectro mecânico, da qual se podem tirar conclusões sobre a estrutura interna do material (Ramos, 2013).

### 3.5. Análise estatística

---

Foi realizada uma Análise de variâncias (ANOVA) utilizando o programa MiniTab 17 (Minitab, Inc.), nos resultados obtidos.

Quando não se observou normalidade, na distribuição dos resultados, realizou-se o teste não-paramétrico Kruskal-Wallis.

Sempre que a normalidade e a homogeneidade da variância foram confirmadas efetuou-se uma análise de ANOVA a um fator, utilizando o teste de Tukey, através do programa Statistica 7.0 (Statsoft Inc).

Todos os testes se efetuaram ao nível de confiança de 95% ( $p < 0,05$ ). Nas Figuras onde surge o símbolo “ \* ” deverá entender-se que este representa o valor ou o conjunto de valores, com diferença significativa, em relação aos restantes, a uma probabilidade de  $p < 0,05$ .

### 3.6. Confeção e Formulação das trufas



Figura 11: Formato das trufas



Figura 12: Trufas finais

Inicialmente foi preparado o gel a incorporar nas trufas, com uma concentração de 40 % [m/m]. Após a fase de aquecimento do gel até aos 80 °C, baixou-se a temperatura até aos 35 °C, permitindo a incorporação de chocolate e/ou cacau.

Obteve-se uma “massa” bem coesa e com uma consistência de pouca adesividade. A mesma foi submetida à temperatura de 5 °C por cerca de duas horas. Após este período de tempo, as trufas foram moldadas de forma tradicional (Fig. 11) e cobertas com uma envolvente de chocolate previamente derretido.

Por fim, as trufas foram submetidas à temperatura de -18°C, por mais duas horas (Fig. 12). O que levou à diminuição da elasticidade existente e à solidificação da envolvente exterior.

Na única formulação com a presença de ácido cítrico o mesmo foi dissolvido na fração de água destilada utilizada para a formação do gel, uma vez que o objetivo era perceber, sensorialmente o efeito do pH sobre a componente elasticidade.

No quadro 1, encontram-se as formulações escolhidas, para a realização da análise sensorial.

Foi analisada reologicamente, de forma aleatória, uma das formulações (18B), para comparar as modificações existentes nos parâmetros de viscosidade e elasticidade, do gel de farinha de banana após ser adicionado chocolate. Assim, pode compreender-se a importância reológica do chocolate na textura do produto.

Quadro 1: Resumo da formulação das trufas finais

Código da fórmula / componentes (%)	18A	18B	18 C	14 C	14 D
cacau	28,571		22,222	12,5	12,45
Água destilada	42,857	42,851	33,333	37,5	37,36
farinha de banana	28,571	28,571	22,222	25	24
ácido cítrico					0,373
Chocolate 70 % <i>stevia</i>		28,571	22,222	25	24

### 3.7. Análise Sensorial

Para caracterizar o produto desenvolvido realizou-se uma prova de análise sensorial, por 40 provadores não treinados, que classificaram no total cinco amostras, cada.



Figura 13 Disposição das amostras na análise sensorial

As formulações foram analisadas pela respetiva ordem: 18A; 18B; 18C; 14D e 14 C, da menos ácida, para a mais ácida (Fig. 13).

A prova decorreu no Instituto Superior de Agronomia da Universidade de Lisboa. A sala apresenta cabines de prova individuais, paredes brancas e luz branca natural. Cada uma tem acesso a uma torneira, para que o provador possa beber água e limpar o paladar entre cada amostra que analisa.

As amostras foram servidas em pratos brancos de porcelana devidamente identificados com os códigos da respetiva formulação (Fig. 13). Pelas cabinas foram distribuídas fatias de maçã, um copo e faca de plástico. Cada amostra foi servida por inteiro, para o provador conseguir avaliar a textura do corte (Fig. 14).

Nos horários de refeição (12:30-14:00) não foram realizadas provas, uma vez que, fatores como o cansaço e a fome podem interferir na análise tornando-se difícil, a distinção entre as amostras.

A folha de prova foi desenvolvida através na plataforma *Google*. Para além de ter evitado o desperdício de papel, facilitou a análise dos resultados e aumentou a interação com o provador, dinamizando a prova. No anexo II, encontra-se um exemplo desta folha de prova.



Figura 14: Condições de prova da análise sensorial

## 4. Resultados e Discussão

### 4.1. Desidratação e obtenção da farinha

Como já se referiu foram desidratadas diversas amostras de banana inteira, às seguintes condições: 24 horas /40 °C; 24 horas /60 °C; 30 horas/40 °C e 30 horas/60 °C.

A escolha da melhor combinação de desidratação teve como pontos de referência: as características do equipamento e a sua autonomia, a quantidade de água perdida nas amostras após o processo e a facilidade de obtenção da farinha.

Uma vez que a banana é um fruto rico em água, a perda de massa reflete, sobretudo, a perda de água. Por isso pretendeu-se comparar a quantidade de perda de massa das amostras finais, ao teor médio de humidade obtido, para explicar a eficácia da operação.

A banana madura é rica em açúcares, que dificultam a sua desidratação e a libertação das moléculas de água. Observou-se que as temperaturas mais elevadas desencadearam, no geral, melhores resultados (Fig. 15).

Todavia, acima da temperatura de 70°C, existe o risco de ocorrerem reações de *Maillard*, levando à alteração do produto e à perda de componentes essenciais que possam constituir interesse nutricional.

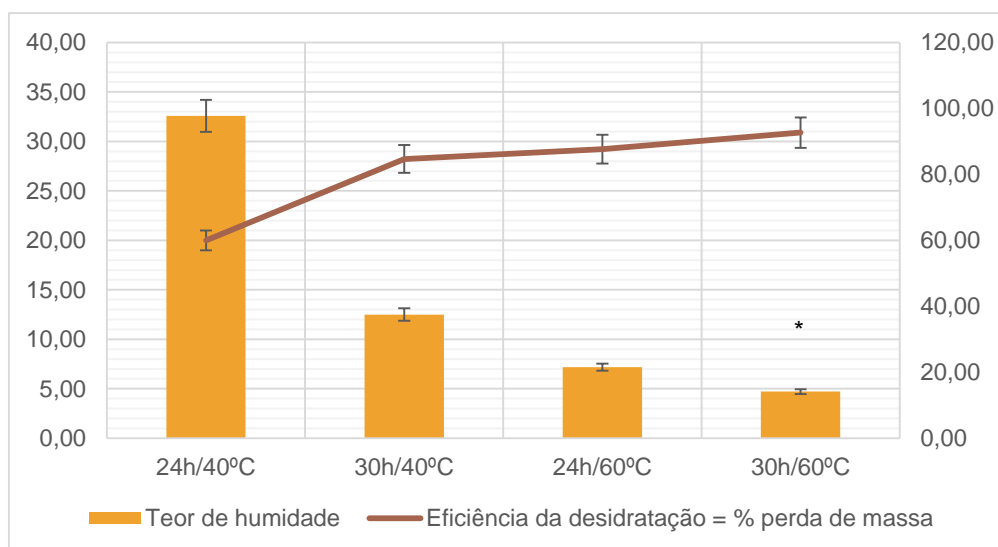


Figura 15: Comparação entre o teor de humidade versus eficiência da desidratação. ( \* ) Diferenças significativas a  $p < 0,05$

Evidentemente, que seria desejável um tempo de desidratação menor, controlando o gasto energético, mas neste estudo, não foi possível. Verificou-se que para ambas as temperaturas, apenas 24 horas de secagem foram insuficientes, para remover a quantidade de água necessária do produto.

À temperatura de 40 °C foi obtido um teor médio de humidade elevado ( $32,584 \pm 0,016$ ), o que impossibilitou o processo de produção de farinha (Fig. 16 A ).

Após se terem analisado as farinhas obtidas, concluiu-se que a amostra submetida a maior tempo de desidratação (Fig. 16 D) levou à obtenção de uma farinha mais fina.

Nas amostras desidratadas a 60°C/24 horas os resultados foram fisicamente semelhantes. Contudo, seria interessante recorrer a um estudo de granulometria, para compreender as diferenças (Fig. 16 B).



Figura 16: Comparação entre amostras desidratadas a diferentes condições e respetivas farinhas (A) 24 horas /40 °C ; (B) 24 horas /60 °C; (C) 30 horas/40 °C; (D) 30 horas/60 °C.

Apesar das semelhanças físicas, entre as amostras desidratadas à temperatura de 60 °C (Fig. 16 B e D), através do teor de humidade presente, confirmou-se que a combinação de 30 horas/60 °C permite obter resultados significativamente melhores.

Segundo Linden & Lorient (1996), a característica granulométrica da matéria-prima tem um efeito relevante nas características reológicas, mas também influencia diretamente a capacidade de absorção de água ou as características sensoriais como: aparência, sabor e textura.

Quanto mais homogêneos e idênticos são os grãos de farinha, mais uniforme se prevê a formação de pastas/géis provenientes da mesma, obtendo-se resultados mais rigorosos na determinação de parâmetros como a viscosidade, elasticidade, firmeza entre outros.

Para as amostras desidratadas à menor temperatura (40°C), a produção de farinha ficou dificultada, pela presença de humidade.

Estes resultados vão ao encontro com os referenciados na cinética de secagem de banana madura, realizados por Brito (2016). Nesse estudo é referido que as farinhas tratadas com maiores temperaturas apresentam menores teores de água e que as amostras secas a temperaturas mais baixas apresentaram maiores valores de  $a_w$ .

Após a escolha das condições definitivas de secagem foram desidratadas amostras de banana inteira, cascas e polpa, todas submetidas às mesmas condições.

Com as respetivas farinhas realizaram-se as análises químicas e físicas deste trabalho.

## 4.2. Caracterização física e química

### 4.2.1. Análise colorimétrica

Os resultados dos parâmetros de cor foram registados com um ângulo de observação de 10° e apresentados de acordo com o sistema CIELAB. Os parâmetros  $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$  indicados nos resultados significam:

- $L^*$  - luminosidade;
- $a^*$  - transição da cor verde (-a) para a cor vermelha (+a)
- $b^*$  - transição da cor azul (-b) para a cor amarela (+b)

A observação física das amostras (Fig. 17) já previa diferenças de cor. As farinhas de banana provenientes da polpa apresentaram valores de tonalidade de vermelho e amarelo mais elevados (Fig. 17). Porém, as diferenças entre as amostras de farinha de cascas e de banana inteira não se revelaram muito notórias.

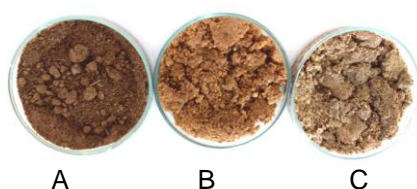


Figura 17: Amostras de farinha de banana madura (A) Farinha de Cascas (B) Farinha de Polpa e (C) Farinha de Inteira

No geral, ao analisar os resultados médios obtidos, percebeu-se que o processo de desidratação desencadeou um ligeiro escurecimento em relação ao fruto fresco. Provou-se um pequeno aumento na intensidade dos parâmetros de cor e a uma ligeira descida no parâmetro da luminosidade.

Abbas, *et al*, (2009) encontraram valores de  $L^*$  iguais a 37,62 e 70,85 para as cascas e a polpa de banana madura, respetivamente. Obtiveram valores médios de  $L^* = 67,25$ ;  $a^* = 4,79$  e  $b^* = 20,51$  para amostras de farinha de banana madura inteira.

Os resultados obtidos estão de acordo com os referidos na bibliografia.

Conclui-se que a uma probabilidade de  $p < 0,05$  as amostras de polpa de banana fresca e de farinha da polpa são significativamente diferentes, em todos os parâmetros (Fig. 18).

Em contrapartida, em relação às amostras de farinha de cascas e de cascas de banana frescas, os parâmetros  $L^*$  e  $b^*$  mostraram-se significativamente diferentes. Após a desidratação, foi observada uma descida destes valores.



Os resultados referentes às amostras de banana inteira fresca e da respetiva farinha apresentaram semelhanças com os da polpa, uma vez que os parâmetros  $a^*$  e  $b^*$  são significativamente superiores.

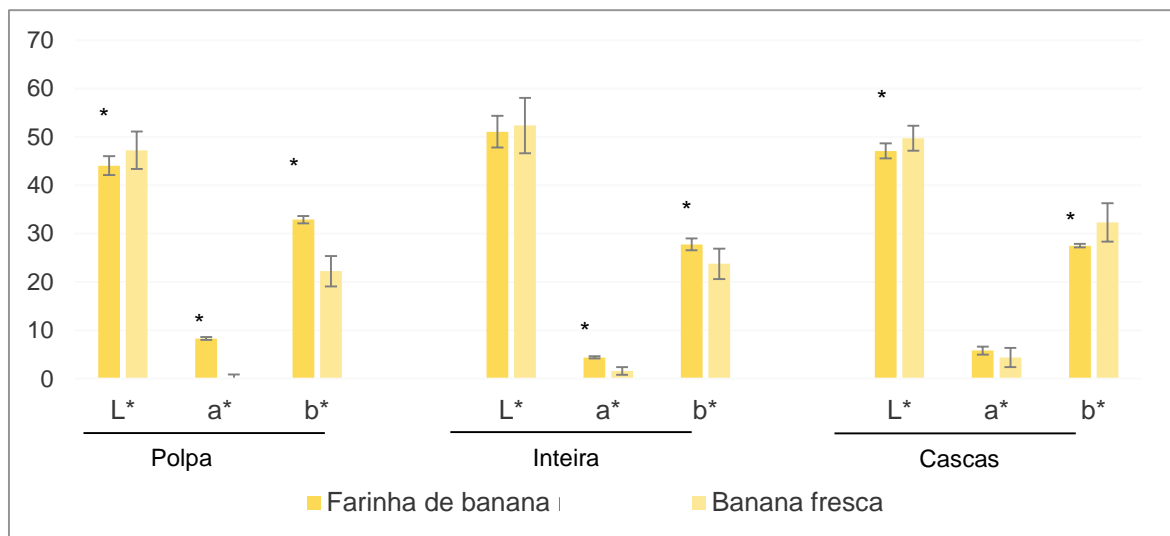


Figura 18: Comparação dos parâmetros de cor entre as várias amostras de farinha e de banana fresca ( \* ) Diferenças significativas a  $p < 0,05$

#### 4.2.2: Análise do teor humidade e dos valores de $a_w$ :

Foram registadas diferenças significativas entre os teores médios de humidade (Fig. 19) e os valores de  $a_w$  (Fig. 20) das amostras de farinha e de banana fresca. Estas diferenças eram expetáveis, dado que o processo de desidratação ocorreu de modo eficaz, permitindo retirar, grande parte da água, presente inicialmente nas amostras frescas.

Bakare *et al*, (2014) determinaram um limite de segurança, de 14% para o teor de humidade presente em farinha de banana. Valores acima desta percentagem podem comprometer as características do produto e a segurança do seu consumo, pois permitem o desenvolvimento microbiano. Os mesmos autores descreveram que o teor de humidade da farinha obtido foi cerca de 9%.

É possível concluir que os resultados obtidos para as amostras se encontraram em concordância com os valores referidos na bibliografia apresentada, estando enquadradas com os padrões de referência.

Os valores médios de  $a_w$  obtidos para todas as amostras são coerentes com os teores de humidade. Verificou-se que estes eram significativamente menores nas amostras de farinha, do que os encontrados na banana fresca.

Estes resultados eram, também, expectáveis, pois autores como Pragati *et al*, (2014) obtiveram valores na ordem dos 0,22 para amostras de farinha de banana madura.

Este valor indica a fração de água presente no produto, que se encontrará livre para estabelecer ligações, ou seja, atuando como um solvente, permitindo a ocorrência de reações químicas e de crescimento microbiano. Estes resultados comprovaram uma vez mais, a eficiência do processo de desidratação, na conservação de produtos frescos.

Como as amostras utilizadas foram provenientes de banana madura existiu uma forte presença de glúcidos. Estes têm maior afinidade com a água, estabelecendo com mais facilidade ligações químicas e dificultando o processo de secagem.

O facto, de as amostras de banana fresca terem apresentado um teor de  $a_w$  tão elevado e as de farinha muito mais baixo, indicou que uma parte da água, que estava presente no produto fresco, se encontrava livre e foi libertada por evaporação.

A quantidade de água presente, nas amostras de farinha, encontrava-se provavelmente ligada a componentes glucídicos o que não se tornou prejudicial, pois uma vez ligadas quimicamente, não estariam disponíveis para estabelecer outro tipo de ligações. Por este motivo, os açúcares, são compostos que dificultam a atividade de certos microrganismos (Brito, 2016).

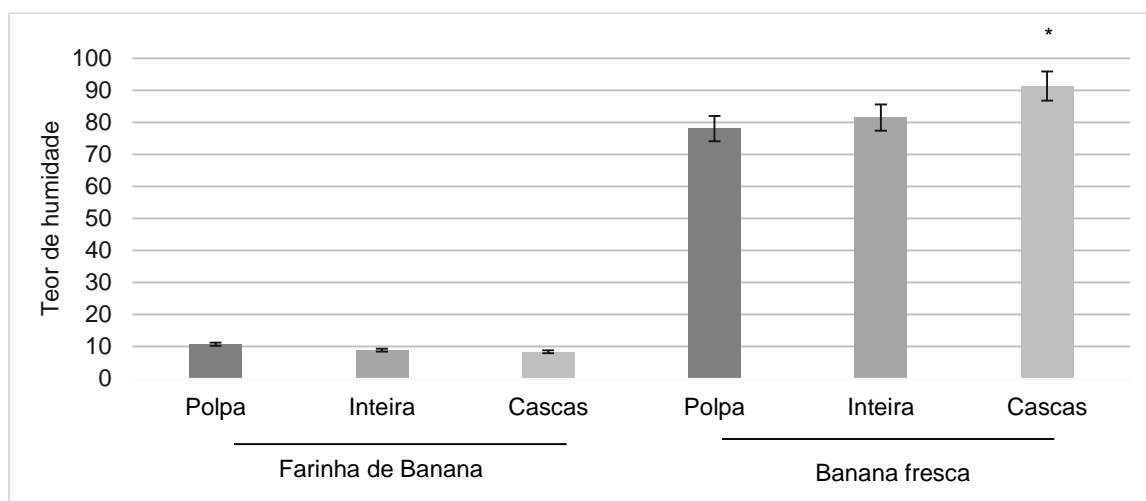


Figura 19: Comparação entre os teores de humidade das amostras de farinha e de banana fresca ( \* ) Diferenças significativas a  $p < 0,05$

Por fim é importante referir que a determinação do teor médio de humidade foi um parâmetro essencial na presente dissertação, dado que todos os resultados obtidos para a análise da composição química, dos três tipos de farinhas diferentes, foram reportados à percentagem de quantidade de matéria seca existente em cada amostra.

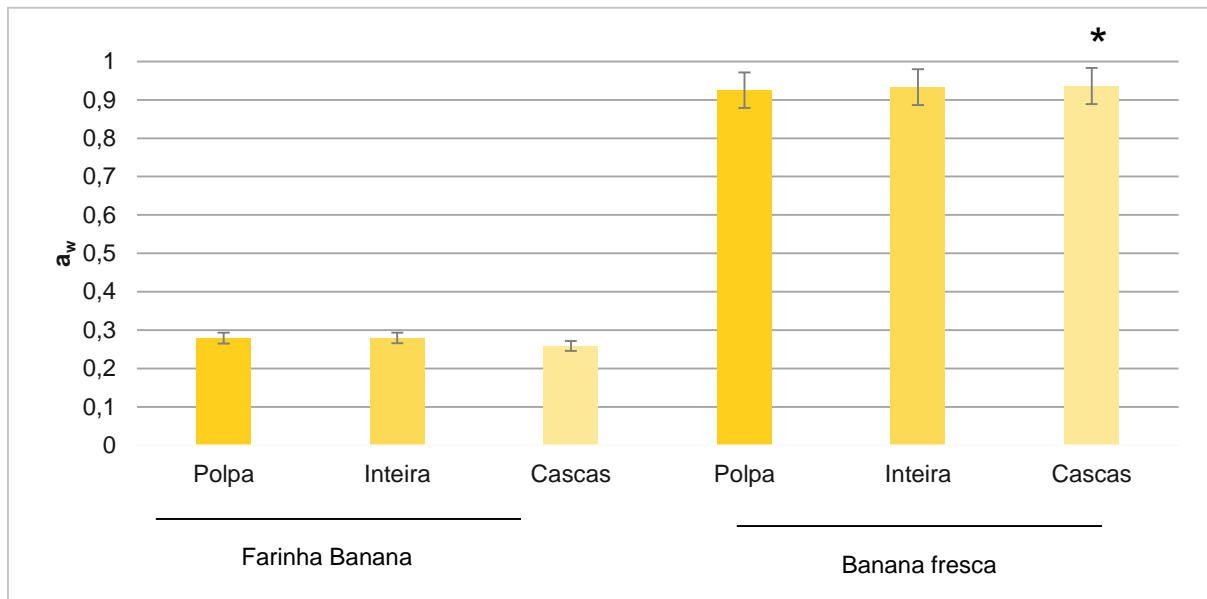


Figura 20: Comparação entre os valores de  $a_w$  das amostras de farinha e de banana fresca ( \* ) Diferenças significativas a  $p < 0,05$

4.2.3. Análise do Índice de solubilidade e do índice de absorção de água, da farinha de banana: Segundo Abbas *et al*, (2009) a farinha de banana verde apresenta uma elevada capacidade de retenção de água. Esta contribui para a formação de estruturas gelificantes e de pastas. Atendendo aos pressupostos bibliográficos, avaliaram-se os índices de absorção de água (IAA) e de solubilidade (IS) das farinhas de banana madura.

Para estudar estes índices Abbas *et al*, (2009) compararam amostras de farinha de polpa de banana madura e verde com a farinha de cascas de banana madura e verde a diferentes valores de temperatura.

Os estudos desta equipa permitiram concluir três ideias fundamentais:

1. As amostras de farinha de banana verde apresentaram valores dos índices mais elevados, em comparação com as amostras de banana madura (devido à forte presença de amido resistente, nas primeiras).
2. O aumento da temperatura provocou um aumento da solubilidade e da absorção de água, nas amostras estudadas.
3. As amostras provenientes de farinha de polpa, quer de banana verde, quer de banana madura, mostraram índices maiores em comparação com as amostras de farinha das cascas.

Loypimai & Moongngarm (2015) confirmaram as ideias expostas anteriormente, pois a equipa pôde retirar conclusões semelhantes, ao utilizar a farinha de banana como componente

gelificante de uma sobremesa. Assim sendo, a determinação destes índices, constitui parâmetros indicativos sobre as interações dos constituintes da farinha com as moléculas de água (Loypimai & Moongngarm, 2015)

Verificou-se que, para as condições de 30 °C, o índice de absorção de água, manteve-se significativamente mais baixo do que às temperaturas restantes (Fig. 21).

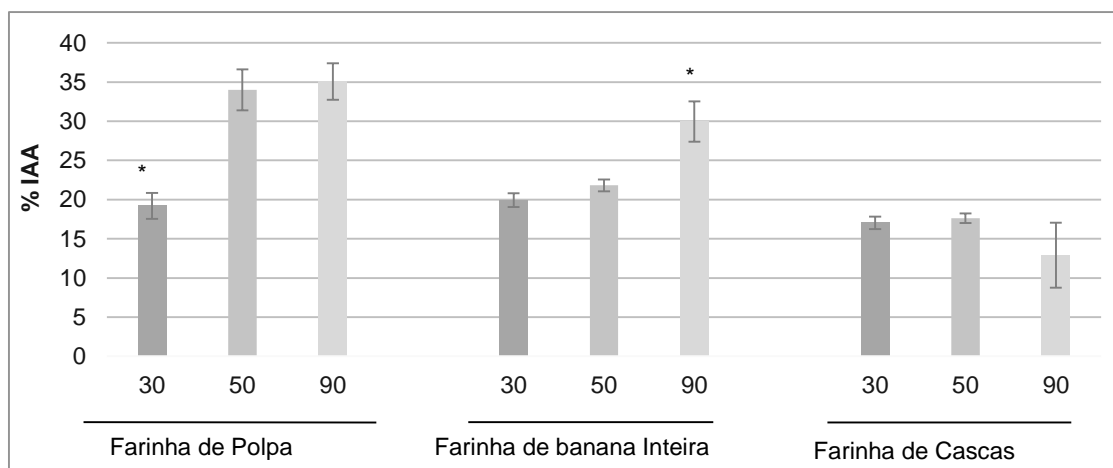


Figura 21: Índice de absorção de água (IAA), em percentagem, para diferentes amostras de farinha. ( \* ) Diferenças significativas a  $p < 0,05$

Foi perceptível que, para a farinha de banana madura, o índice de solubilidade revelou-se mais elevado, obtendo-se resultados mais homogêneos entre as amostras, às temperaturas de 50 °C e 90 °C.

Este resultado encontrou-se coerente com os valores obtidos para as amostras de farinha da polpa. Nestas, detetou-se que à temperatura de 30 °C, os resultados eram estatisticamente diferentes.

À exceção da amostra de farinha de banana inteira, para as temperaturas de 50 °C e 90 °C, não se encontraram diferenças significativas (Fig. 22).

Não obstante, o valor do índice de solubilidade à temperatura de 90 °C, para a amostra de farinha de banana inteira, encontrou-se estatisticamente diferente dos restantes, indicando que a esta temperatura, a farinha, teve maior capacidade de se solubilizar em meio aquoso. Resultados que não se previam dado o índice de absorção de água ser tão semelhante entre as temperaturas de 50 °C e 90 °C.

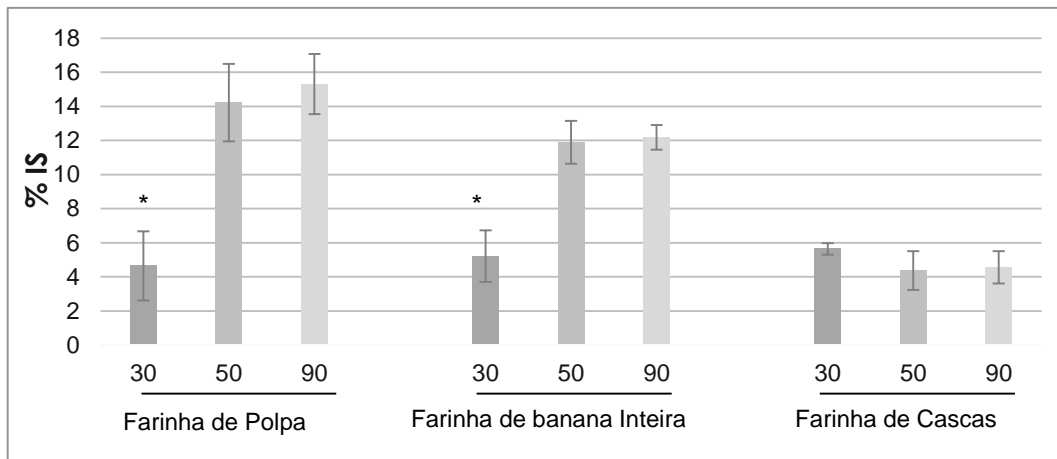


Figura 22 - Índice de solubilidade (IS), em percentagem, para diferentes amostras de farinha. ( \* ) Diferenças significativas a  $p < 0,05$

De modo geral, é possível concluir que as amostras provenientes da farinha de cascas apresentaram um valor de solubilidade e de absorção de água menores, comparativamente com as restantes amostras e não foram influenciados pela temperatura utilizada.

## 4.2.4. Análise da composição química da farinha de banana madura:

A composição química da farinha de banana já foi estudada por alguns autores. Contudo, a maioria destes estudos foram realizados com os frutos verdes.

Neste trabalho realizou-se uma comparação entre os valores de farinha de polpa, de banana inteira e cascas, comprovando o seu interesse e a sua divergência nutricional (Quadro 2).

*Quadro 2: Comparação a composição química de três tipos de farinha de banana*

Resultados por 100 g de matéria seca	Farinha de polpa	Farinha de banana inteira	Farinha de Cascas
Humidade	10,75 ± 0,12	8,93 ± 0,22	8,40 ± 0,23
cinza	3,42 ± 0,40	5,17 ± 0,28	13,12 ± 1,11
Aw	0,28 ± 0,02	0,28 ± 0,01	0,26 ± 0,01
Lípidos	0,11 ± 0,03	0,47 ± 0,06	2,60 ± 0,27
Proteínas	4,31 ± 0,02	5,30 ± 0,17	6,6 ± 0,15
Sólidos Solúveis	71,12 ± 3,72	58,09 ± 5,70	28,55 ± 3,98
Hidratos de carbono	77,14	68,48	46,81
Açúcares Totais	72,15 ± 0,80	63,65 ± 1,20	26,42 ± 0,46
Sacarose	17,90 ± 0,35	10,43 ± 0,51	2,61 ± 0,06
Glucose	26,72 ± 1,27	25,59 ± 1,41	11,65 ± 0,80
Frutose	27,54 ± 0,77	27,63 ± 1,69	12,16 ± 0,51
Fibras totais	4,27	11,64	22,64
Fibra insolúvel	1,24	4,72	12,76
Fibra solúvel	3,02	6,92	9,88

Ao observar o teor de cinza obtido, para todas as amostras, mas em especial, para a farinha de cascas, é possível relacioná-lo com a forte componente mineral. Haslinda *et al*, (2009) demonstraram interesse em estudar os diferentes minerais presentes na farinha de banana. Como seria de esperar, o potássio é o mineral mais abundante. Esta informação vai ao

encontro das características da banana fresca. Contudo, os teores de magnésio e cálcio são também consideráveis. Verificou-se ainda que o teor de minerais foi mais elevado à medida que se aumentava o teor de cascas presentes na farinha.

Villaverde *et al*, (2013) relacionaram a composição fenólica presente nas cascas de banana verdes, da Região Autónoma da Madeira, à acentuada composição de fibras. As fibras constituem um elevado interesse nutricional. Esta equipa comprovou que a farinha de cascas de banana, ou a sua incorporação em outros produtos, pode trazer um acréscimo de compostos fenólicos, antioxidantes e minerais essenciais.

Aurore, *et al* (2009) realizaram um estudo mais alargado às características deste fruto. Os autores encontraram valores referentes às fibras para a farinha de banana madura, na ordem dos 7,6 %, para amostras provenientes da polpa. Lee *et al*, (2010) focaram a atenção dos seus estudos na farinha de cascas de banana e obtiveram valores do teor de fibras totais de 55,46%.

De facto, a farinha das cascas foi a amostra que mais se destacou, dado que apresentou um teor de fibras de 22,64% (Quadro 2). Segundo o Regulamento (CE) nº 1924/2006, estes valores permitem considerar que esta farinha tem um alto teor em fibra alimentar, uma vez que este é superior a 20% da dose diária recomendada. As farinhas de polpa e de banana inteira, também representam uma fonte de fibra solúvel interessante.

Este teor pode ser justificado através da sua forte composição em compostos fenólicos e aromáticos. A forte presença de fibras insolúveis pode explicar os resultados menos satisfatórios para o índice de solubilidade e de absorção de água (Lee *et al*, 2010).

Para a farinha de polpa encontrou-se o valor de 4,27% de fibras totais. Este teor é mais baixo que os restantes, como era esperado. As amostras de farinha de polpa e de banana inteira, apresentaram uma percentagem de fibras insolúveis menor do que as fibras solúveis.

O teor de proteína foi também analisado por outros autores. Haslinda *et al*, (2009) obtiveram valores de cerca de 6,28 % de proteína total, para a farinha de cascas. Entretanto, Aurore *et al*, (2009) obtiveram valores de 3,9 % para a farinha de polpa, sendo valores baixos para a utilização na indústria da panificação. Mais tarde, Lee *et al*, (2010) registaram valores de proteína para a farinha das cascas na ordem dos 5,50 %. Os valores obtidos, das várias amostras de farinha de banana, encontraram-se dentro da gama de valores referidos.

Analisando o teor de lípidos totais, presente nas amostras, observou-se que a farinha de cascas exibiu diferenças significativas em relação aos valores das amostras restantes. Os resultados foram ao encontro dos apresentados pela bibliografia referida. Lee *et al*, (2010) referenciaram valores de gordura na ordem dos 0,94% para a farinha de polpa de banana e de 1,92% para a farinha de banana inteira. O teor de gordura obtido pelo trabalho de Lee *et al*, (2010), para a farinha de cascas de banana, foi aproximadamente de 2,25%.

Relativamente ao teor de hidratos de carbono e de açúcares, presentes nas diferentes farinhas, Haslinda *et al*, (2009) determinaram que a farinha madura tem no total 80,72 %, de presença de hidratos de carbono. Aurore *et al*, (2009) chegaram a um valor bastante semelhante (82,1%). Em nenhum destes estudos foi analisado, com maior pormenor, a composição de açúcares presentes nas farinhas de banana.

Através da metodologia HPLC analisaram-se a presença de três açúcares fundamentais, nos três tipos de farinha. Observou-se uma elevada concentração de frutose em todas as amostras de farinha. O teor de sacarose apresentou-se significativamente diferente dos restantes açúcares em todas as amostras (Fig. 23). A farinha de cascas de banana produziu resultados, para todos os açúcares, significativamente inferiores aos das restantes farinhas, inclusivamente, para os valores de frutose.

A farinha de banana inteira apresentou uma semelhança significativa, na composição de glucose e frutose, em relação à farinha de polpa. Esta semelhança é explicada através da baixa percentagem da componente “cascas”, presente na fórmula da farinha de banana inteira.

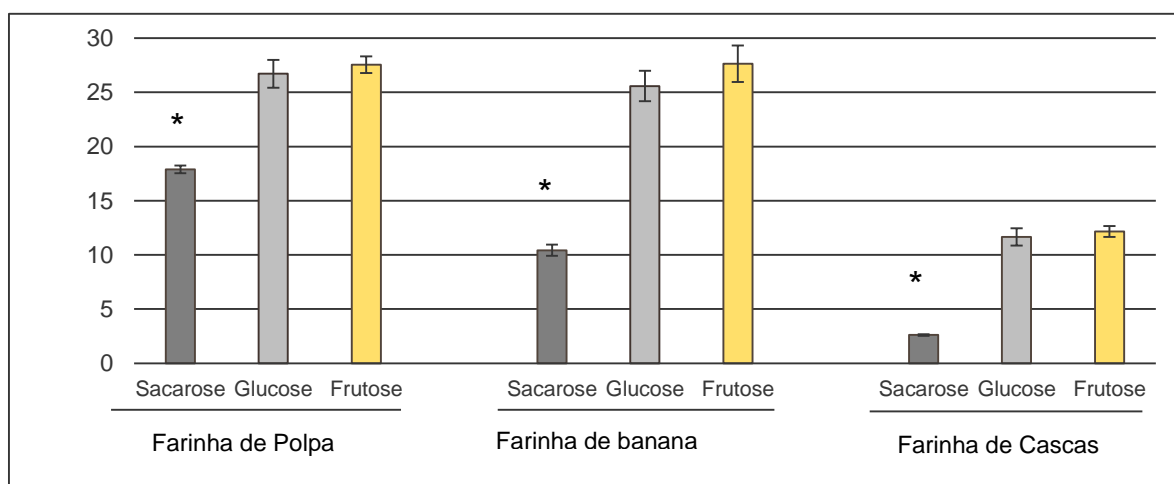


Figura 23: Comparação entre os teores de sacarose, glucose e frutose, presentes e cada amostras de farinha ( \* )  
Diferenças significativas a  $p < 0,05$

Relativamente à componente de glúcidos totais, existentes na farinha de banana, concluiu-se que é mais fraca no teor de sacarose e mais relevante no teor de glucose e de frutose, para todas as amostras. Estes valores, decorrem do processo natural de maturação do fruto, onde existe o aumento de açúcares simples, pela hidrólise de compostos complexos (como por exemplo o amido).

Como a coluna *SUGARPACK* não faz a separação dos picos de sacarose e de maltose utilizou-se a coluna *AMINEX*, para despistar a presença de maltose. Contudo, os resultados obtidos permitiram saber que nas amostras não existia praticamente a presença deste açúcar.



#### 4.3. Estudo exploratório das propriedades reológicas da farinha de banana da Madura

Inicialmente foram analisadas três amostras de géis de farinha de banana, com as seguintes concentrações: 35% [m/m], 40% [m/m] e 45%[m/m]. Para caracterizar o gel, realizou-se um teste de tensão, seguido de um teste de frequência.

O teste de varrimento de tensão foi necessário para determinar os valores de tensão que o material suportava sem que houvesse destruição da sua estrutura interna. Este teste foi essencial, para determinar a tensão que garantisse a zona viscoelástica linear (Fig. 24).

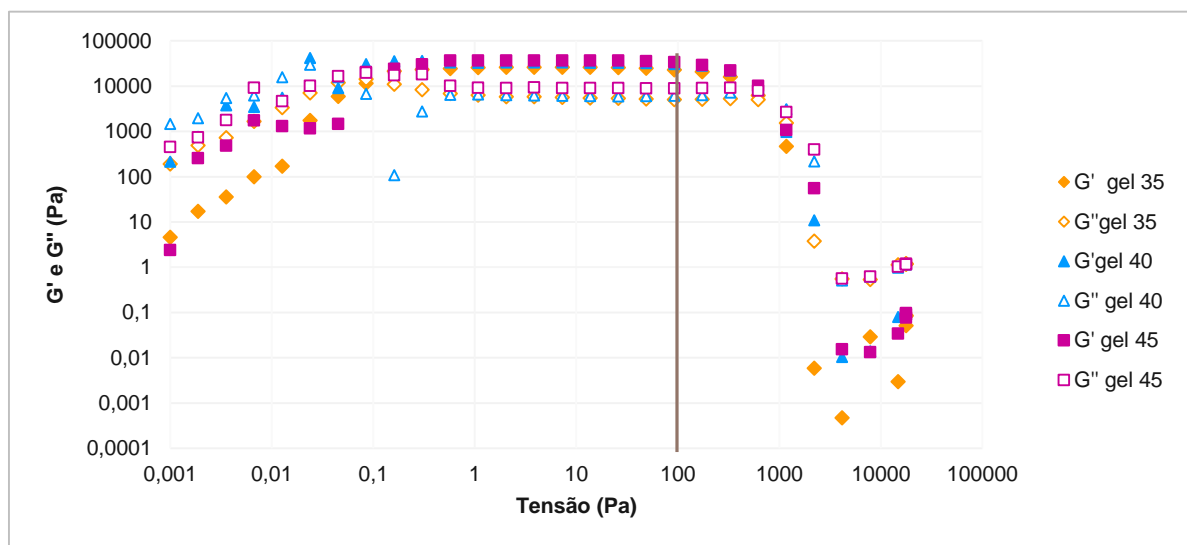


Figura 24: Teste de varrimento de Tensão em géis de farinha (Anexo IV)

A partir das curvas do varrimento de tensão, das três amostras, observou-se que os valores de  $G'$  (módulo elástico) e  $G''$  (módulo viscoso) apresentaram variações ligeiras, sendo constantes (zona da viscoelasticidade linear) até 100 Pa. A partir deste valor, o comportamento dos módulos, alterou-se e estes decresceram abruptamente como resultado de modificação da estrutura interna irreversível.

Assim, para os três casos estudados, consideraram-se 100 Pa de Tensão o limite da zona viscoelástica linear, que será utilizada na realização dos testes de varrimento de frequência.

O varrimento de frequência (Hz) permitiu estudar a variação do comportamento viscoelástico de cada gel obtido com concentração diferente, em função da frequência de oscilação.

Através da análise do espectro mecânico (Fig. 25), evidenciou-se que os módulos registaram um ligeiro aumento, em toda a gama de frequências estudada. Como foi possível analisar, o

módulo elástico ( $G'$ ) mostrou-se superior ao módulo viscoso ( $G''$ ) para toda a gama de frequências estudadas, não existindo grande diferença entre amostras e respectivas concentrações de farinha.

Para todas as concentrações de farinha de banana estudadas a componente elástica foi superior à viscosa, revelando que todos os géis estudados apresentaram um grau de estruturação considerável. Contudo, o efeito da concentração não se fez sentir.

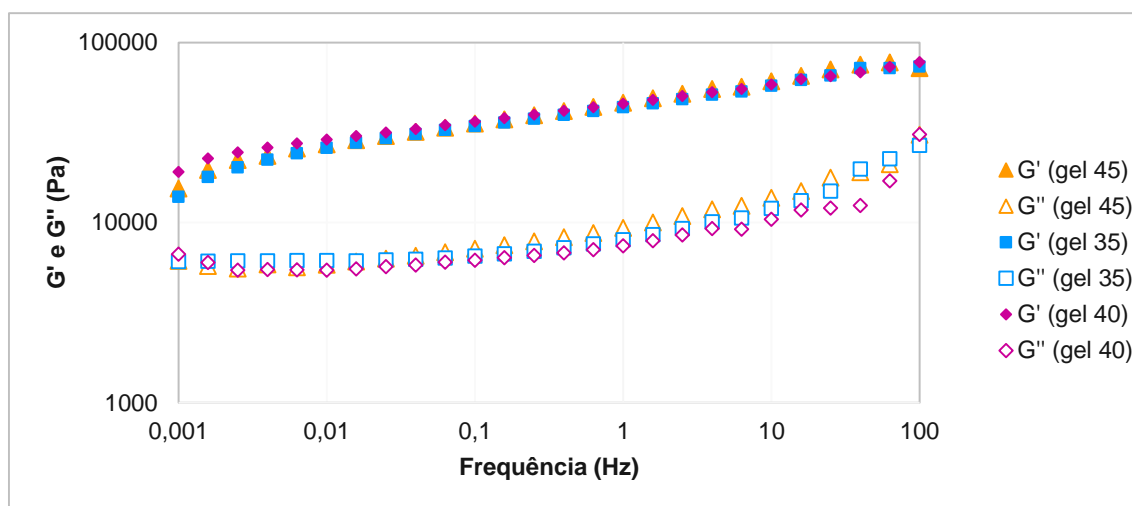


Figura 25: Teste de varrimento de Frequência em géis de farinha (Módulos  $G'$  e  $G''$ ) (Anexo V)

Efetuuou-se também a análise da tangente de dissipação ( $\tan \delta = G''/G'$ ) (Fig. 26) a partir da qual foi possível calcular os valores do módulo de *Plateau* ( $G^0_N$ ). Este Parâmetro, que corresponde ao valor de  $G'$  obtido para o mínimo valor de  $\tan \delta$ , dá conta do grau de entrelaçamento das macromoléculas na formação da rede do gel. Obtiveram-se os valores resumidos no Quadro 3.

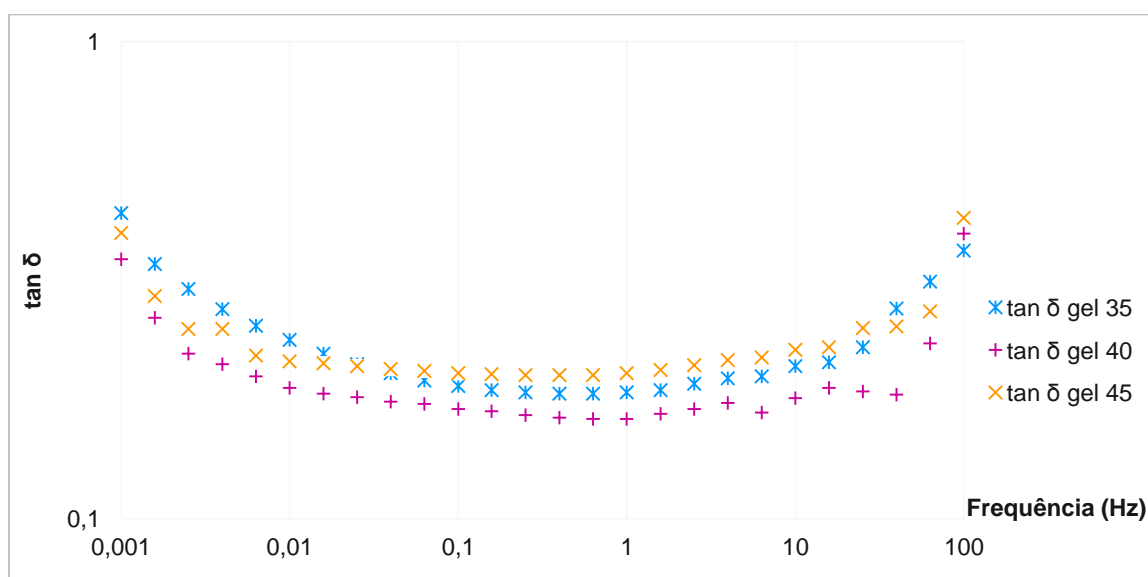


Figura 26 Teste de varrimento de Frequência em géis de farinha ( $\tan \delta$ )

Muito embora não tenham sido realizadas réplicas suficientes para efetuar uma ANOVA, verificou-se que os valores de  $G^0N$  (Quadro 3) são muito semelhantes para as três concentrações estudadas. Este fato dá-nos indicação que a estrutura formada não depende da concentração nesta gama de valores.

Quadro 3: Valores de  $G^0N$  obtidos, para diferentes géis e respectivas concentrações

Concentração (m/m)	$G^0N$ (Pa)
35	39610
40	43680
45	43800

Após a caracterização dos géis e das respectivas concentrações realizou-se o mesmo conjunto de testes, para a formulação 18B da aplicação prática, que envolveu a adição de chocolate.

Foi testada a mesma amostra, antes e depois de ser submetida ao processo de congelação. Tentou compreender-se o efeito da presença do chocolate e da temperatura na componente reológica das trufas.

Foi utilizado o valor de 100 Pa de tensão, para a realização do varrimento de frequência, uma vez que os módulos de dissipação e conservação se mostraram independentes da tensão aplicada, no teste de tensão (Fig. 27) (Anexo IV).

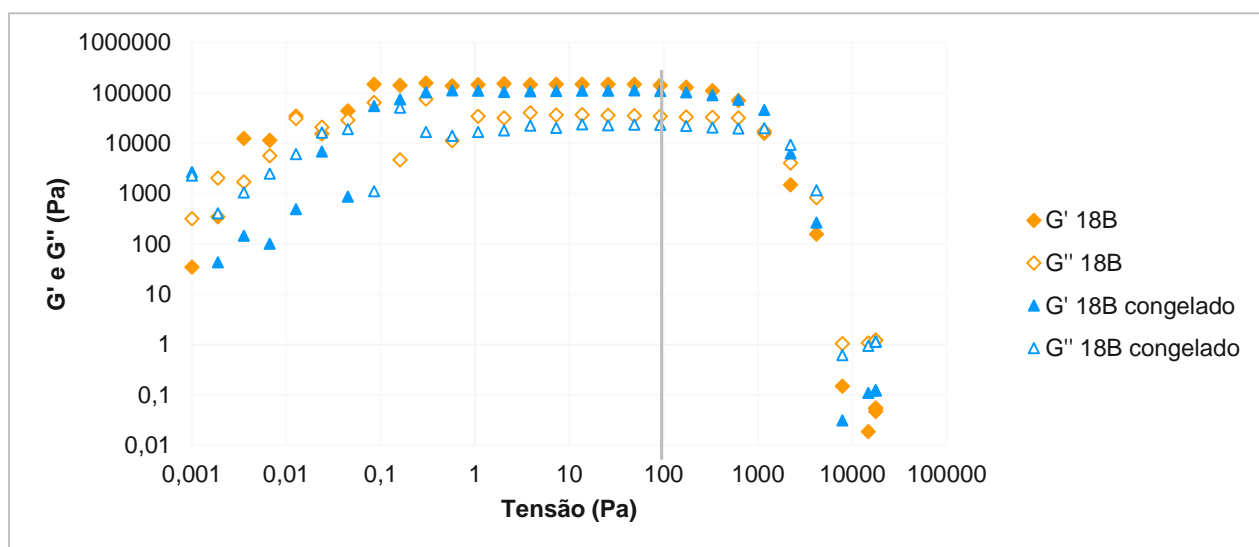


Figura 27: Teste de varrimento de Tensão na formulação 18 B (Anexo V)

A partir dos resultados anteriores verificou-se que a incorporação de chocolate não provocou alterações relevantes sobre os parâmetros viscoelásticos dos géis de farinha de banana. Através da Fig. 28 Verificou-se que a congelação contribuiu para um ligeiro aumento da componente elástica ( $G'$ ), o que poderá corresponder a um aumento do grau de estruturação da amostra.

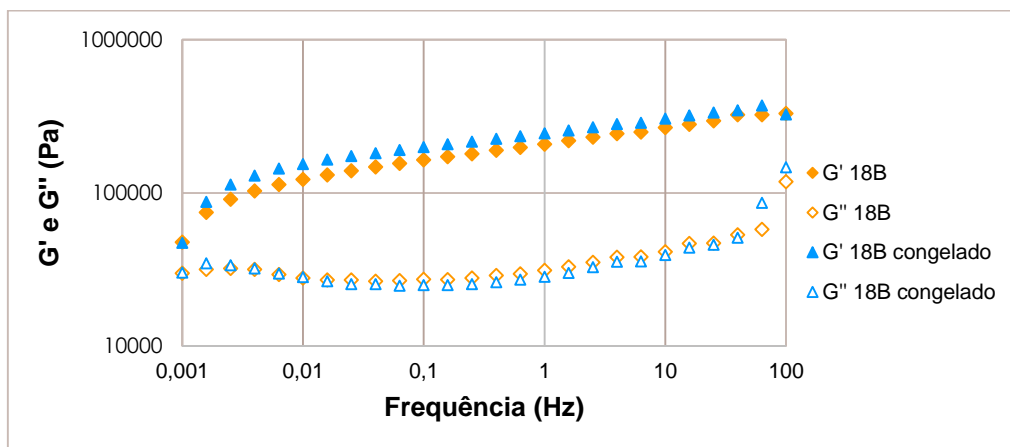


Figura 28 Teste de varrimento de Frequência na amostra 18B (Módulos  $G'$  e  $G''$ )

Na figura 29 representaram-se a variação da  $\tan\delta$  com a frequência e a partir daí calculou-se o valor do módulo de Plateau ( $G^0N$ ), para as duas amostras em estudo.

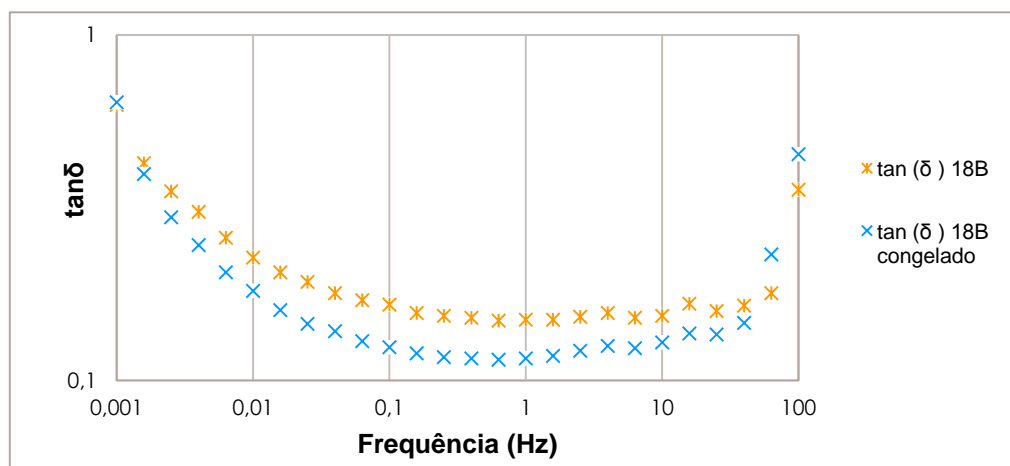


Figura 29: Teste de varrimento de Frequência na amostra 18B ( $\tan \delta$ )

Verificou-se que  $G^0N$  (não congelado) = 197700 Pa e  $G^0N$  (congelado) = 234200 Pa, o que evidenciou o fato de a congelação induzir um aumento do grau de estruturação do gel. De realçar ainda, que os valores de  $G^0N$  obtidos, após a adição de chocolate, são marcadamente superiores aos obtidos para os géis produzidos apenas com farinha de banana inteira. Ou seja, a partir dos valores de  $G^0N$  evidencia-se o papel do chocolate na estruturação do sistema que conduz à formação das trufas.

#### 4.4. Análise sensorial

Como referido anteriormente, o painel foi constituído por 40 provadores não-treinados. O inquérito de prova incluiu questões básicas como, sexo, idade, e os seus hábitos de consumo.

Para melhor caracterizar o painel e as respostas obtidas foi importante saber a percentagem do consumo de trufas ou *snacks* de chocolates, assim como o consumo de produtos sem açúcar.

Observou-se que o painel de provadores era, maioritariamente, constituído por elementos do sexo feminino, com prevalência nas idades compreendidas entre os 20 e os 30 anos.

Verificou-se que a maioria do painel de provadores consumia habitualmente trufas ou *snacks* de chocolate, embora apenas metade, estivesse familiarizado com os produtos sem a adição de açúcar.

As características observadas no decorrer da análise estão representadas na Figura 30 e foram as seguintes: aspeto geral, cor, aroma, sabor, textura na boca, corte e apreciação global. Estas características foram avaliadas numa escala de 1 a 6.

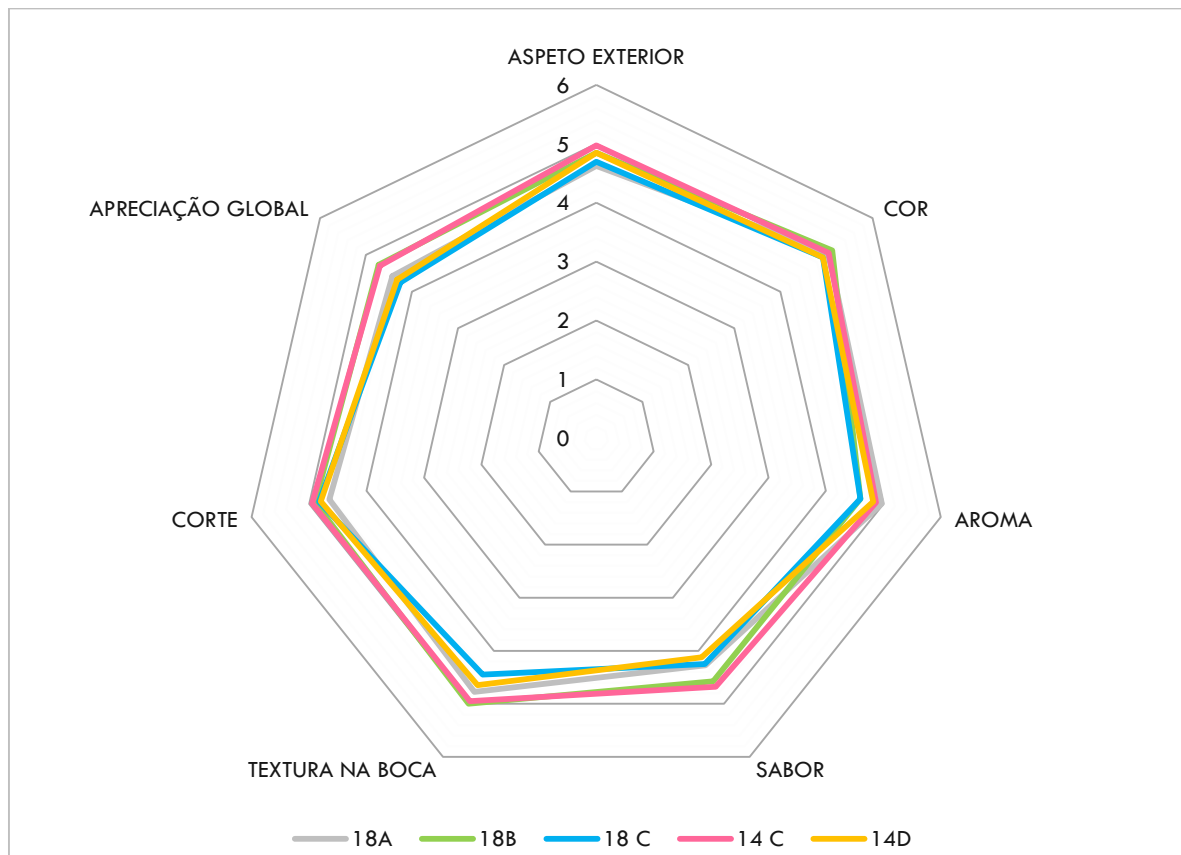


Figura 30: Classificação de várias características distintas em cada amostra

Foi possível constatar que existiram algumas semelhanças entre as respostas dadas para as diferentes amostras. Embora fossem analisadas formulações distintas, com proporções diversas, existiam duas amostras (18C e 14C) semelhantes e uma muito díspar de todas as outras (14D).

Os provadores registaram maior preferência pelo sabor da amostra 14C, obtendo a classificação de 4,7. A segunda amostra mais apreciada foi a formulação 18B. A amostra 18B foi a melhor classificada em relação à característica “textura na boca”, uma vez mais com a obtenção de 5 valores.

Analisando com maior pormenor, esta resposta, a amostra 18C, foi aquela que se mostrou significativamente inferior às restantes (Fig. 31). Este resultado demonstrou que a textura obtida para as trufas confeccionadas com chocolate e cacau, não foi das mais apreciadas. Não sendo, deste modo vantajoso utilizar grandes percentagens de cacau nas formulações. Esta resposta veio evidenciar a preferência pela presença dos ingredientes, chocolate e gel de farinha de banana nas trufas.

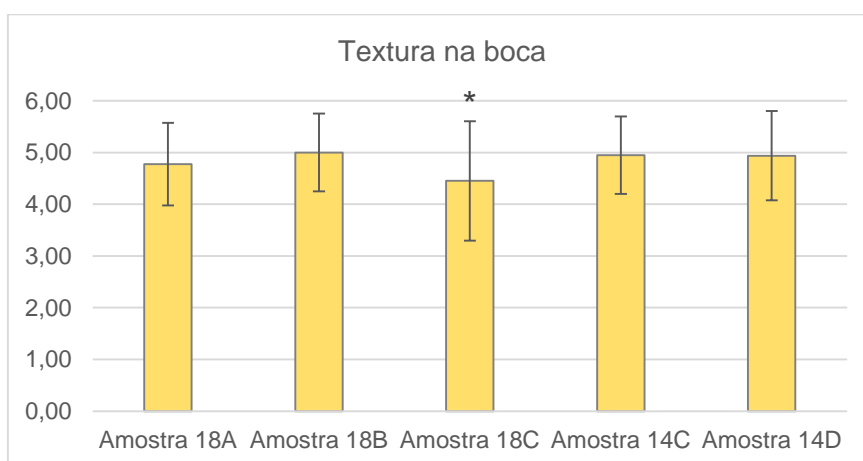


Figura 31: Comparação entre a classificação da característica Textura na boca para cada amostra

Foi por último pedido aos provadores que escolhessem a sua amostra de eleição e a amostra que mais lhes havia desagradado. Através da resposta à primeira questão observou-se que 32,5% dos provadores (a maioria) escolheu a amostra 18B como aquela que mais lhe agradou. Contudo, esta resposta já era expectável, uma vez que a mesma amostra, obteve os melhores resultados para a apreciação global. Em relação à amostra menos agradável, a maioria escolheu a formulação 14D, resposta que também não surpreendeu, dado que a formulação escolhida tinha maior acidez.

De um modo geral a característica “textura na boca” teve alguma relevância na avaliação geral das amostras, por parte dos provadores. A percentagem de gel de farinha e de chocolate foram essenciais para a aceitabilidade do produto, uma vez que as amostras com melhores resultados, continham maior percentagem destes componentes (amostras 18B e 14C).

## 5. Conclusões

---

Com o estudo das propriedades da farinha de banana madura foi possível concluir que:

- A eficiência da operação de desidratação está dependente da temperatura e do tempo de secagem. Para desidratar as diferentes amostras de banana madura, a temperatura de 60 °C por 30 horas mostrou-se ser a combinação mais eficaz e significativamente mais eficiente do que as restantes testadas. As amostras de farinha apresentaram-se abaixo do teor máximo de humidade (14%) para o qual poderiam existir riscos de contaminações microbiológicas ou degradação do produto.
- A farinha da casca de banana destacou-se das restantes, uma vez que representa uma fonte rica em fibras e com uma componente interessante de sais minerais. Como apresentou, também, um conteúdo de açúcares totais significativamente inferior ao das restantes amostras, confirmou-se que a sua utilização se torna interessante do ponto de vista nutricional.

O estudo exploratório das propriedades reológicas da farinha de banana permitiu concluir que:

- Os testes oscilatórios realizados permitiram caracterizar o gel de farinha de banana como estruturado. Contudo conclui-se que a estrutura interna dos géis não dependeu da concentração de farinha de banana presente nas amostras.
- Através da análise de uma amostra proveniente da aplicação prática concluiu-se que o chocolate contribui de modo relevante para a estruturação e formação das trufas.
- O congelamento da amostra com chocolate provocou um aumento no módulo de *Plateau* ( $G^0N$ ) comprovando que ao submeter as trufas a esta temperatura se obtinham melhores resultados.

Com o desenvolvimento da aplicação prática (incorporação de farinha de banana inteira, em trufas de chocolate funcionais), concluiu-se que:

- As classificações obtidas para as diferentes características sensoriais avaliadas (aspeto geral, cor, aroma, sabor, textura na boca, corte e apreciação global) foram muito próximas e bastante satisfatórias para todas as amostras analisadas.
- De um modo geral, as amostras com maior percentagem de chocolate e de gel de farinha de banana (14 C e 18 B) obtiveram as melhores classificações nas características “textura da boca” e “sabor”.
- A formulação 18B revelou maior percentagem de preferência por parte dos provadores (32%). A formulação 14D obteve maior percentagem de desagrado dos provadores (35%).

## 6. Perspetivas para trabalhos futuros

---

No futuro, de modo a complementar e aprofundar os conhecimentos relacionados, com a farinha de banana madura, seria interessante o desenvolvimento dos seguintes estudos:

- Análise dos compostos fenólicos e minerais presentes nas diversas farinhas de banana madura.
- Acompanhamento das reações químicas ocorridas durante a desidratação, para temperaturas mais elevadas.
- Análise e estudo pormenorizado das condições de gelificação da farinha de banana (gelificação *in situ*), isto é, realização de uma análise do perfil de textura, avaliando parâmetros como a firmeza, adesividade e coesividade.
- Determinação da concentração crítica para a formação do gel. Determinação da influência do pH na estrutura gelificante da farinha.
- Estudo da *shelf-life* da farinha de banana.



## 7. Referências bibliográficas

---

A

Abbas, F. M. A., Saifullah, R., & Azhar, M. E. (2009). Assessment of physical properties of ripe banana flour prepared from two varieties: Cavendish and Dream banana. *International Food Research Journal*, 16(2), 183–189.

Almeida, D. (2004). Psicrometria. Apontamentos de apoio às aulas de tecnologia pós-colheita. Porto. Faculdade de Ciências. Universidade do Porto

AOAC -Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists. Método 991.20 Arlington, 1995; capítulo 33, páginas 10 a 12

AOAC -Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists. Método 985.29. Arlington, 1995; capítulo 45, páginas 70 e 71.

AOAC -Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists. Método 991.42. Arlington, 1995; capítulo 45, página 72.

Aurore, G., Parfait, B., & Fahrasmane, L. (2009). Bananas, raw materials for making processed food products. *Trends in Food Science and Technology*, 20(2), 78–91.

B

Bakare, A. H., Adegunwa, M. O., Akinribido, O. M., & Obadina, O. A. (2014). Proximate, Baking, and Sensory Qualities of Biscuits from Wheat and Fermented Breadfruit (*Artocarpus communis* Frost) Flour. *Journal of Culinary Science and Technology*, 12(4), 316–325.

Bertolini, A. C., Bello-Pérez, L. A., Méndez-Montealvo, G., Almeida, C. A. S., & Lajolo, F. (2010). Rheological and functional properties of flours from banana pulp and peel. *Starch/Staerke*, 62(6).

Bogalho, J. (2010) Efeitos da substituição da sacarose por edulcorantes intensos e agentes de corpo nas características físicas e sensoriais em Chocolate. Lisboa: Universidade Técnica de Lisboa - Instituto Superior de Agronomia. Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Engenharia Alimentar - Qualidade e Segurança Alimentar.

Borges, A., Pereira, J., Silva Júnior, A., de Lucena, E. M. P., & de Sales, J. C. (2010). Estabilidade da pré-mistura de bolo elaborada com 60% de farinha de banana verde. *Ciencia E Agrotecnologia*, 34(1), 173–181.

Brito, J. (2016). Elaboração de farinha de banana pacovan (*musa sapientum schum*) desidratada osmoticamente seguida de secagem convencional. Campina Grande: Universidade

federal de Campina Grande - Centro de ciências e tecnologia. Prova de Doutorado Engenharia De Agro-processos.

C

CBI market survey (2008). The organic coffee, tea and cocoa market in the EU. Cocoa Market Update. Disponível em: <http://www.carib-export.com/>. Acesso em: 26 maio 2016.

D

DICA – Divulgação Da Informação Do Comércio Agroalimentar, (2013), Região Autónoma da Madeira/Governo Regional. Disponível em: <http://www.sra.pt/dica/index.php/>. Acesso em: 10 fevereiro, 2016.

DGSP - Direção-Geral da Saúde Portugal. Direção de Serviços de Informação e Análise Portugal – Alimentação Saudável em números – (2015), Programa Nacional para a Promoção da Alimentação Saudável, disponível em: <https://www.dgs.pt/em-destaque/portugal-alimentacao-saudavel-em-numeros-2015.aspx>. Acesso em: 4 fevereiro 2016.

Ditchfield, C., Tadini, C. C., Singh, R., & Toledo, R. T. (2004). Rheological Properties of Banana Puree at High Temperatures. *International Journal of Food Properties*, 7(3), 571–584.

Doublier, J. L., & Thibault, J. F. (1984). Les agents epaississants et gelifiants de nature glucidique. In *Guide pratique d'analyses dans les industries des céréales* (pp. 305–341). Paris: Collection Sciences et Techniques Agroalimentaires.

DRADR - Direção Regional de Estatística da Madeira 2016, Região Autónoma da Madeira / Governo Regional - Comercialização de banana, Estatísticas anuais: disponível em: <http://estatistica.gov-Madeira.pt/index.php/download-now/economica/agricultura-floresta-e-pesca/prod-veg-prd-animal-pesca-pt/prod-vegetal-noticias-pt/noticias-comercializacao-de-banana-pt>. Acesso em: 16 fevereiro, 2016.

DRADR - Direção Regional de Estatística da Madeira 2016, Região Autónoma da Madeira / Governo Regional - Comercialização de banana, Estatísticas anuais: disponível em: <http://estatistica.gov-Madeira.pt/index.php/download-now/economica/agricultura-floresta-e-pesca/prod-veg-prd-animal-pesca-pt/prod-vegetal-noticias-pt/noticias-comercializacao-de-banana-pt/868-no-1-quadrimestre-de-2016-a-comercializacao-de-banana-cresceu-20-6-face-ao-quadrimestre-homologo>. Acesso em: 16 fevereiro, 2016.

DRADR - Direção Regional de Estatística da Madeira 2015, 2014, Região Autónoma da Madeira / Governo Regional - Comercialização de banana, Estatísticas anuais: disponível em: <http://estatistica.gov-Madeira.pt/index.php/download-now/economica/agricultura-floresta-e-pesca/prod-veg-prd-animal-pesca-pt/prod-vegetal-noticias-pt/noticias-comercializacao-de-banana-pt/427-16-01-2015-em-2014-a-comercializacao-de-banana-cresceu-18-0-face-a-2013>. Acesso em: 16 fevereiro, 2016.

E

---

Empresa de Gestão do Setor da Banana (2013) - estudo GFK Metris realizado em 2008, disponível em: <http://www.agroportal.pt/x/agronoticias/2013/04/18b.htm#.V7yN3fkrLIU>. Acesso em: 7 fevereiro 2016.

F

---

Faísca, M. (2014). Desenvolvimento de recheios para bombons com impacto na saúde. Universidade de Lisboa - Instituto Superior de Agronomia. Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Engenharia Alimentar - Processamento de Alimentos.

FAO (2014), Banana Market Review And Banana Statistics - Food And Agriculture Organization Of The United Nations Rome. Disponível em: [www.fao.org/docrep/019/i3627e/i3627e.pdf](http://www.fao.org/docrep/019/i3627e/i3627e.pdf). Acesso em: 5 fevereiro 2016.

FAO (2003), Medium-term prospects for agricultural commodities: Projections To the Year 2010 - Food And Agriculture Organization Of The United Nations Rome. Disponível em: <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/006/y5143e/y5143e00.pdf>. Acesso em: 8 fevereiro 2016.

Farahnaky, A., Askari, H., Majzoobi, M., & Mesbahi, G. (2010). The impact of concentration, temperature and pH on dynamic rheology of psyllium gels. *Journal of Food Engineering*, 100(2), 294–301.

Fasolin, L. H., Almeida, G. C. De, Castanho, P. S., & Netto-Oliveira, E. R. (2007). Biscoitos produzidos com farinha de banana: avaliações química, física e sensorial. *Ciência E Tecnologia de Alimentos*, 27(3), 524–529.

Fellows, P. (2000). Food processing technology, principles and practice. (2nd ed.). CRC press. Cambrigde, Inglaterra.

Ferrão, J. E. M. (2002). *Fruticultura tropical: espécies com frutos comestíveis* (3rd ed.). Lisboa: Instituto de Investigação Científica Tropical.

Ferry, J. D. (1980). *Viscoelastic properties of polymers* (3rd ed.). Wiley.

Forni, E., Sormani, A., Scalise, S., & Torreggiani, D. (1997). The influence of sugar composition on the colour stability of osmodehydrofrozen intermediate moisture apricots. *Food Research International*, 30(2), 87–94.

G

GESBA (2008) - Estudo da GFK Metris, disponível em: <http://geo5.net/933/a-historia-da-banana>. Acesso em: 7 fevereiro 2016.

Gmelin, H., & Seuring, S. (2014). Determinants of a sustainable new product development. *Journal of Cleaner Production*, 69, 1–9.

Goswami, B., & Borthakur, A. (1996). Chemical and biochemical aspects of developing culinary banana (*Musa ABB*) “Kachkal”. *Food Chemistry*, 55(2), 169–172.

Grosch, W., & Belitz, H. D. (1992). *Química de los alimentos* (3rd ed.). Acribia Editorial.

Gustavsson, J., Cederberg, C., Sonesson, U., van Otterdijk, R., & Meybeck, A. (2011). *global food losses and food waste: extent, causes and prevention*. Rome: Food and agriculture organization of the united nations.

H

Haslinda, W. H., Cheng, L. H., Chong, L. C., & Noor Aziah, A. A. (2009). Chemical composition and physicochemical properties of green banana (*Musa acuminata x balbisiana* Colla cv. Awak) flour. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 60 Suppl 4(September), 232–9.

Hussein, M. M., Hassan, F. A. M., Abdel Daym, H. H., Salama, A., Enab, A. K., & Abd El-Galil, A. A. (2011). Utilization of some plant polysaccharides for improving yoghurt consistency. *Annals of Agricultural Sciences*, 56(2), 97–103.

I

Ibarz, A., Falguera, V. & Garvín, A. (2010). Rheological and thixotropic behavior of banana (*Musa cavendishii*) puree. *Afinidad* 67(550), 415-419

INIAV - Prevenir desperdício alimentar. (2014). Lisboa, disponível: [www.inia.pt/fotos/editor2/guia\\_prevenir\\_desperdicio\\_alimentar.pdf](http://www.inia.pt/fotos/editor2/guia_prevenir_desperdicio_alimentar.pdf). Acesso em: 20 fevereiro 2016.

ICCO (International Cocoa Organization): Annual Report In English. A study on the market for organic cocoa. Assessment of the movements of global supply and demand, (2007). disponível: [http://www.icco.org/about-us/international-cocoa-agreements/cat\\_view/1-annual-report/23-icco-annual-report-in-english.html](http://www.icco.org/about-us/international-cocoa-agreements/cat_view/1-annual-report/23-icco-annual-report-in-english.html). Acesso em: 16 Março 2016.

ISO 5492:2008- Sensory analysis: Vocabulary. Geneva, Switzerland.

J

Joshi, G., & Sarangi, M. K. (2016). A Review on Banana Starch, (July), 0–8.

---

K

Kanazawa, K. & Sakakibara, H. (2000). High content of dopamine, a strong antioxidant, in cavendish banana. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 48(3), 844–848.

Krokida, M. K., Tsami, E., & Maroulis, Z. B. (1998). Kinetics on Color Changes During Drying of Some Fruits and Vegetables. *Drying Technology*, 16(3–5), 667–685.

---

L

Leach, H. W., McCowen, L. D., & Schoch, T. J. (1959). Swelling power and solubility of granular starches. *Cereal Chemistry*, 36, 534–544.

Lee, E. H., Yeom, H. J., Ha, M. S., & Bae, D. H. (2010). Development of banana peel jelly and its antioxidant and textural properties. *Food Science and Biotechnology*, 19(2), 449–455.

Linden, G., & Lorient, D. (1996). *Bioquímica Agroindustrial: revalorización alimentaria de la producción agrícola*. Acribia Editorial.

Loypimai, P., & Moongngarm, A. (2015). Utilization of pregelatinized banana flour as a functional ingredient in instant porridge. *Journal of Food Science and Technology*, 52(1), 311–318.

---

M

Manisha, G., Soumya, C., & Indrani, D. (2012). Studies on interaction between stevioside, liquid sorbitol, hydrocolloids and emulsifiers for replacement of sugar in cakes. *Food Hydrocolloids*, 29(2), 363–373.

Marques, L. G., Silveira, A. M., & Freire, J. T. (2006). Freeze-Drying Characteristics of Tropical Fruits. *Drying Technology*, 24(4), 457–463.

Marques, L. G. (2008). Liofilização de frutas tropicais. Brasil: Universidade Federal de São Carlo. 255p. Tese doutoramento em Engenharia Química.

McPolin, O. (2009). *An Introduction to HPLC for Pharmaceutical Analysis* *An Introduction to HPLC for Pharmaceutical Analysis* (1st ed.). Mourn Training Services.

Medina, V. M., & Pereira, M. E. C. (1997). Fisiologia do amadurecimento. In A. L. Borges & L. Souza (Eds.), *O cultivo da banana*. Embrapa.

Mendes, A. R. (2011). Implementação e validação de uma metodologia para análise de fibra alimentar. Coimbra. Universidade de Coimbra. Tese para obtenção de grau Mestre em Química Forense.

Méndez, C. D. M. V., Forster, M. P., Rodríguez-Delgado, M. Á., Rodríguez-Rodríguez, E. M., &

Romero, C. D. (2003). Content of free phenolic compounds in bananas from Tenerife (Canary Islands) and Ecuador. *European Food Research and Technology*, 217(4), 287–290.

Miles, M. J., Morris, V. J., Orford, P. D., & Ring, S. G. (1985). The roles of amylose and amylopectin in the gelation and retrogradation of starch. *Carbohydrate Research*, 135(2), 271–281.

## N

---

Norma Portuguesa NP 518. 1986, Determinação do teor de cinza. Processo por incineração a 550 °C. Cereais e Leguminosas.

Norma Portuguesa NP 4168. 1991. Determinação do teor de matéria gorda total. Cereais e derivados. Instituto Português da Qualidade.

Norma Portuguesa NP 516. 2000. Determinação do teor de água. Método prático de referência. Cereais e derivados. Instituto Português da Qualidade.

Nunes, M. C., Batista, P., Raymundo, A., Alves, M. M., & Sousa, I. (2003). Vegetable proteins and milk puddings. *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*, 31(1–4), 21–29.

Nunes, M. C., Raymundo, A., & Sousa, I. (2006). Rheological behaviour and microstructure of pea protein/k-carrageenan/starch gels with different setting conditions. *Food Hydrocolloids*, 20(1), 106–113.

## O

---

Oliveira, A. (2016). Elaboração de farinha de polpa, casca e cilindro central de abacaxi cv. Pérola para produção de bolo, Brasil: Campina Grande, Universidade federal de campina grande, Centro de ciências e tecnologia. Dissertação de Pós-graduação em engenharia de processos.

Oliveira, L., Evtuguin, D. V., Cordeiro, N., Silvestre, A. J. D., Silva, A. M. S., & Torres, I. C. (2006). Structural characterization of lignin from leaf sheaths of “dwarf cavendish” banana plant. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 54(7), 2598–2605.

## P

---

Persson, J. (1996). *Handbook for Kjeldahl Digestion: A Recent Review of the Classical Method with Improvements Developed by Foss Tecator*. AB Boktryck.

Pombeiro, A. J. L. O. (1998). *Técnicas e Operações unitárias em Química Laboratorial* (3ª). Fundação Calouste Gulbenkian.

Pragati, S., I, G., & Ravish, K. (2014). Comparative Study of Ripe and Unripe Banana Flour during Storage. *Journal of Food Processing & Technology*, 5(11).

R

---

Ramos, S. (2013). Avaliação das propriedades gelificantes da farinha de chia (*Salvia hispanica* L.). Desenvolvimento de novas aplicações culinárias, Lisboa: Universidade de Lisboa: Instituto Superior de Agronomia, Universidade Nova de Lisboa, Faculdade de Ciências e Tecnologias. Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Ciências Gastronómicas.

Regulamento (CE) nº 1924/2006 do parlamento europeu e do conselho. (2006); Alegações nutricionais e de saúde sobre os alimentos. Jornal Oficial da União Europeia.

S

---

Sothornvit, R., & Pitak, N. (2007). Oxygen permeability and mechanical properties of banana films. *Food Research International*, 40(3), 365–370.

Souza, D. S., Pimentel, J. D. R., & Oliveira-Júnior, A. M. (2012). Avaliação da Influência de Variáveis de Processo Sobre a Cinética de Desidratação Osmótica da Polpa de Abacate (*Persea americana* L.). *UNOPAR Científica Ciências Biológicas E Da Saúde*, 14(1), 31–35.

Souza, O., Federizzi, M., Coelho, B., Wagner, T. M., & Wisbeck, E. (2010). Biodegradação de resíduos lignocelulósicos gerados na bananicultura e sua valorização para a produção de biogás. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola E Ambiental*, 14(4), 438–443.

Souza, R. M. S. D. (2012). Secagem convectiva da banana verde. Dissertação de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola.

SRA- Secretaria regional do ambiente e recursos naturais - Região autónoma da Madeira: Empresa de Gestão do Setor da Banana, Lda. – uma aposta no crescimento sustentável e continuado da Banana da Madeira, (2014). Disponível em: <http://www.sra.pt/dica/index.php/outros-temas/diversos/685-gesba-empresa-de-gestao-do-setor-da-banana-lda-uma-aposta-no-crescimento-sustentavel-e-continuado-da-banana-da-Madeira>. Acesso em: 14 Fevereiro 2016

SRA- Secretaria regional do ambiente e recursos naturais - Região autónoma da Madeira: Banana da Madeira, um setor em crescimento, (2013). Disponível em: <http://www.sra.pt/dica/index.php/agricultura-geral/238-banana-da-Madeira-um-setor-em-crescimento>. Acesso em: 14 fevereiro 2016

T

---

Tabilo-Munizaga, G., Barbosa-Cánovas, G. (2005). Rheology for the food industry. *Journal of Food Engineering*, 67, 147-156.

Tozetto, A. (2005). Controle de qualidade de edulcorantes em adoçantes comerciais via espectrometria e métodos de calibração. Brasil: Universidade Estadual de Ponta Grossa, Dissertação de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos.

V

---

Villaverde, J. J., Oliveira, L., Vilela, C., Domingues, R. M., Freitas, N., Cordeiro, N., Silvestre, A. J. D. (2013). High valuable compounds from the unripe peel of several *Musa* species cultivated in Madeira Island (Portugal). *Industrial Crops and Products*, 42(1), 507–512.

W

---

Walstra, P. (2003). *Physical Chemistry of foods*. CRC Press.

Wilde, P. J. (2009). Protein Functional Properties. In P. A. Williams & G. O. Phillips (Eds.), *Gums and stabilizers for the food industry*. Woodhead Publishing.

Wong, D. W. S. (1989). *Mechanism and Theory in Food Chemistry* (1st ed.). Springer US.

Z

---

Zhang, P., Whistler, R. L., Bemiller, J. N., & Hamaker, B. R. (2005). Banana starch: Production, physicochemical properties, and digestibility - A review. *Carbohydrate Polymers*, 59(4), 443–458.



## 8. Anexos

## Anexo I: Folha de prova da análise sensorial



## Análise sensorial de trufas de chocolate e cacau

Antes de começar esta avaliação sensorial, note que: Não deve ter comido ou fumado, 30 minutos antes da prova. Deve avaliar as amostras com calma, em silêncio, não de uma só vez e sem trocar impressões com o outros provadores.

Se existir alguma dúvida durante a prova, por favor, contacte o responsável.

Respeite a ordem das amostras. Entre a prova das amostras é obrigatório, beber um pouco de água e comer uma fatia de maçã, para limpar o paladar. Leia atentamente as questões e responda a tudo o que lhe é pedido.

Por favor, respeite as regras e seja o mais imparcial possível! Obrigada

- ☐ Feminino  
☐ Masculino

Idade

É consumidor de trufas de chocolate ou de snacks de chocolate?

- ☐ Sim  
☐ Não

Costuma consumir produtos sem adição de açúcar?

- ☐ Sim  
☐ Não

Se existissem no mercado, trufas ou bombons de chocolate com baixo teor calórico, a sua intenção de compra seria:

- ☐ Compraria claro  
☐ Provavelmente compraria, mas depende do preço  
☐ Não sei se compraria  
☐ Não compraria

Continuar »

14% concluído

Com tecnologia  
Google Forms

Este conteúdo não foi criado nem aprovado pela Google.  
Denunciar abuso - Termos de Utilização - Termos de Privacidade

## Análise sensorial de trufas de chocolate e cacau

### Amostra 18 A

Comece por analisar a primeira amostra, recorra à memória, tendo em conta os diferentes parâmetros que lhe são pedidos para avaliar.

Analise com calma e não de uma só vez! Entre cada prova, por favor, beba um pouco de água, e come um pouco de maçã.

#### 1. Relativamente ao aspecto exterior. A amostra apresentou-se:

- ☐ Extremamente atrativa  
☐ Muito atrativa  
☐ Moderadamente atrativa  
☐ Pouco atrativo  
☐ Muito pouco atrativo  
☐ Nada atrativo

#### 2. A cor desta amostra é:

- ☐ Extremamente agradável  
☐ Muito agradável  
☐ Moderadamente agradável  
☐ Pouco agradável  
☐ Muito pouco agradável  
☐ Nada agradável

#### 3. O aroma:

cheiro

- ☐ Extremamente agradável  
☐ Muito agradável  
☐ Moderadamente agradável  
☐ Pouco agradável  
☐ Muito pouco agradável  
☐ Nada agradável

#### 3.1 Se sentiu algum odor/ aroma residual, ou estranho?

por favor queira identificar o melhor possível, o que sentiu, pode escrever produto que considere de aroma semelhante

#### 4. O Sabor

- ☐ Extremamente agradável  
☐ Muito agradável  
☐ Moderadamente agradável  
☐ Pouco agradável  
☐ Muito pouco agradável  
☐ Nada agradável

#### 4.1 Se sentiu algum sabor residual, ou estranho?

Por favor queira identificar o melhor possível, o que sentiu, pode escrever produto que considere de sabor semelhante

#### 5. Textura

- ☐ Extremamente agradável  
☐ Muito agradável  
☐ Moderadamente agradável  
☐ Pouco agradável  
☐ Muito pouco agradável  
☐ Nada agradável

#### 5.1 Se sentiu algum sabor/ textura estranha?

Por favor queira identificar o melhor possível, o que sentiu, pode escrever produto que considere de textura semelhante

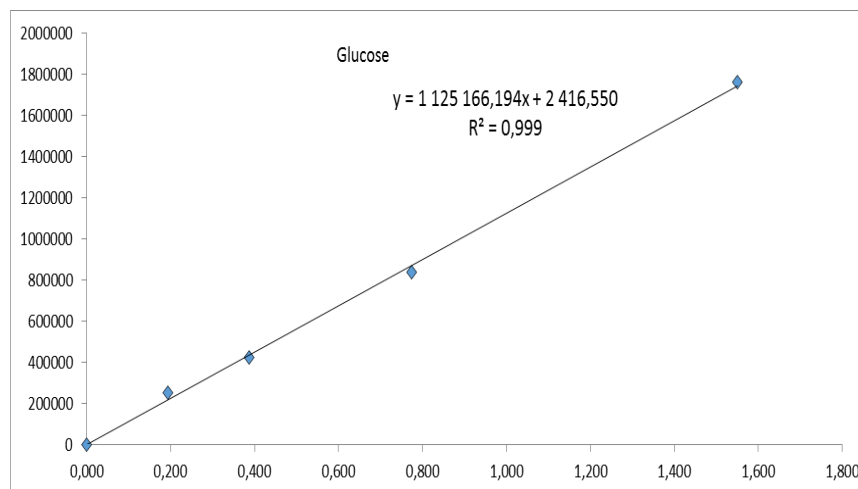
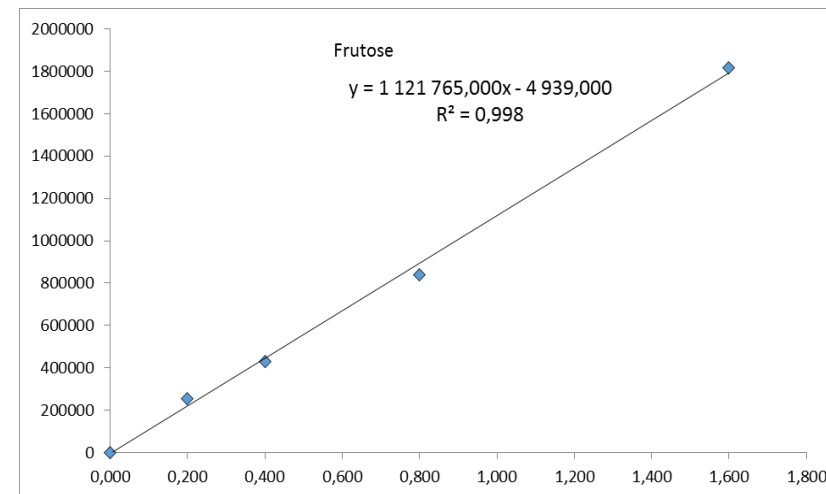
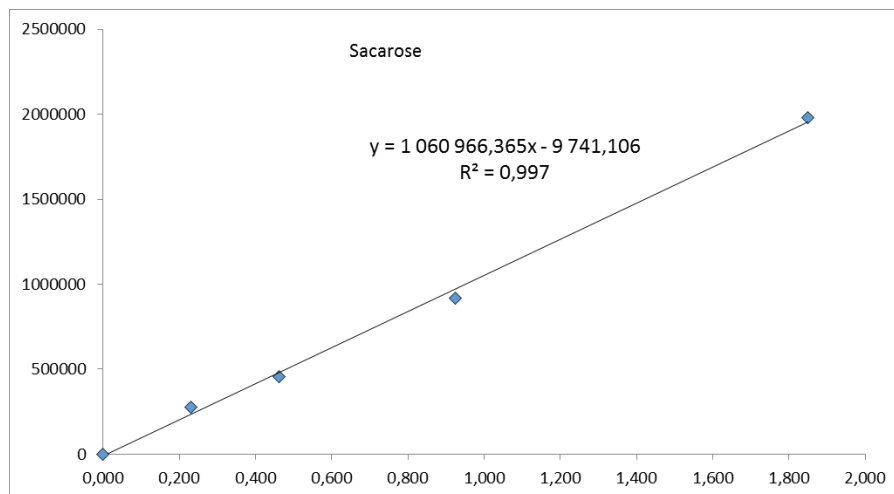
#### 6. O Corte:

- ☐ Extremamente agradável  
☐ Muito agradável  
☐ Moderadamente agradável  
☐ Pouco agradável  
☐ Muito pouco agradável  
☐ Nada agradável

#### 7. Apreciação global

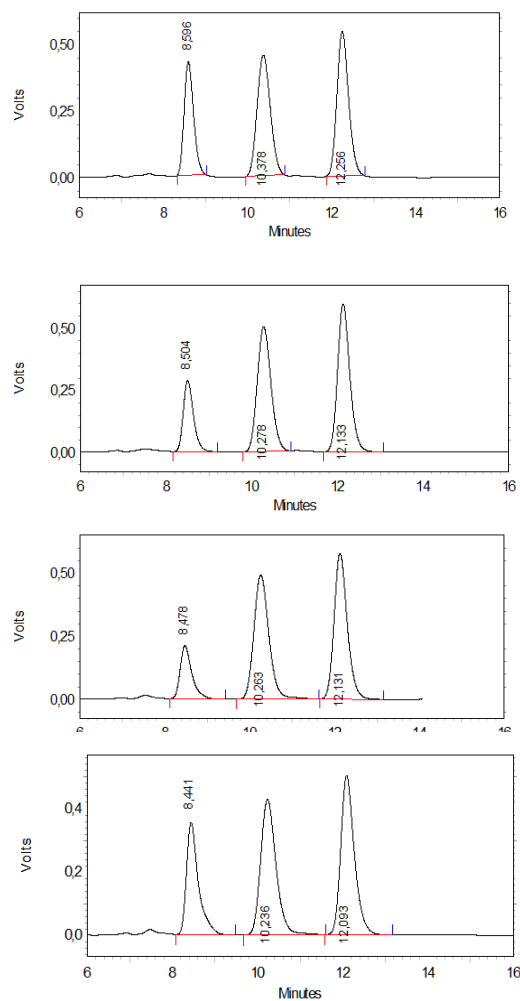
- ☐ Extremamente agradável  
☐ Muito agradável  
☐ Moderadamente agradável  
☐ Pouco agradável  
☐ Muito pouco agradável  
☐ Nada agradável

8. Caso, tenha alguma informação ou nota relativamente ao produto e às suas características a denotar, por favor queira escrevê-lo abaixo

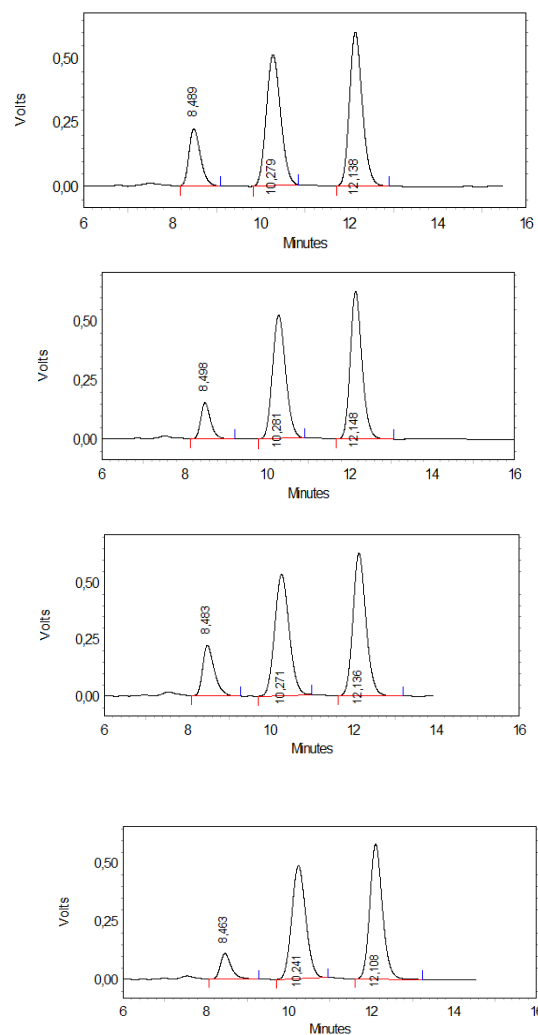
**Anexo II: Curvas de calibração da metodologia HPLC:**

## Amostras de farinha da polpa de banana

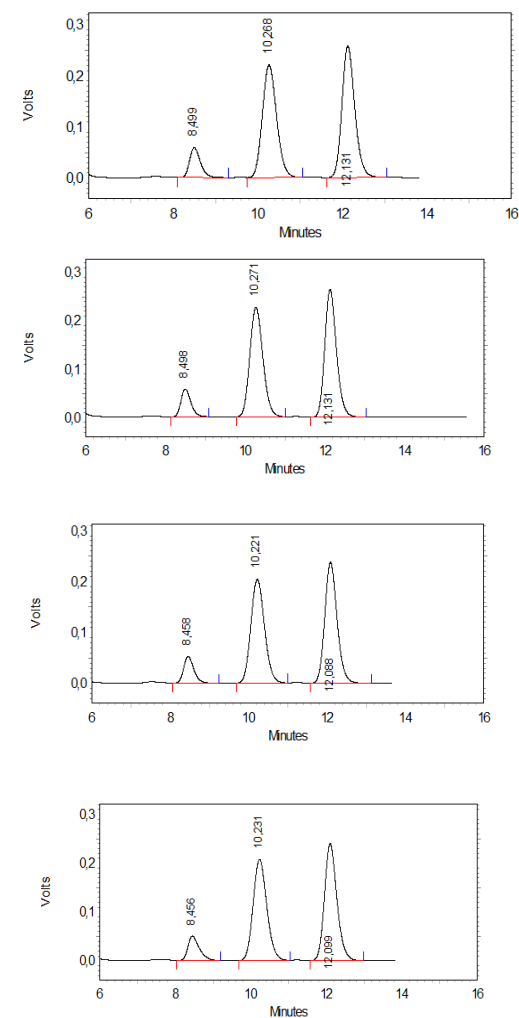
## Anexo III: Cromatogramas obtidos:



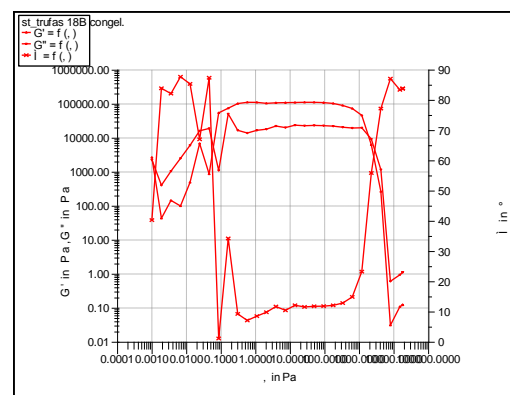
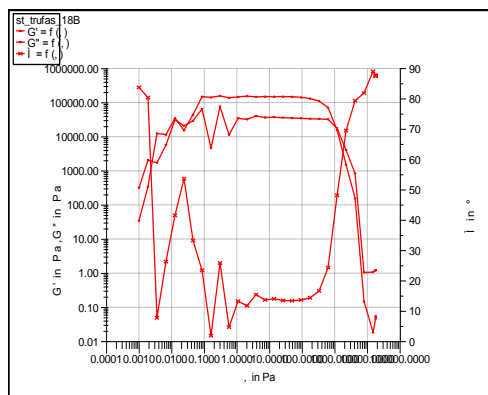
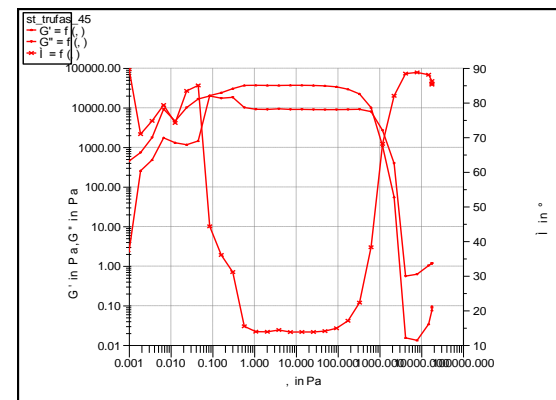
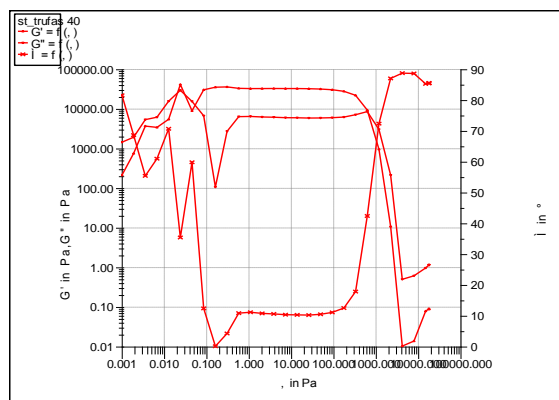
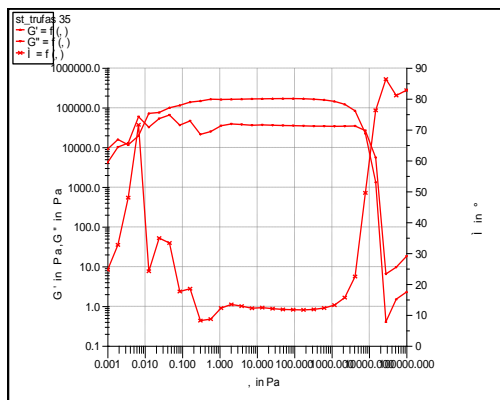
## Amostras de farinha da banana inteira



## Amostras de farinha de cascas de banana



## Anexo IV: Varrimentos de tensão:



Anexo V: Varrimentos de frequência:

